

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Радіотехнічний**

(повна назва інституту /факультету)

**Радіотехнічних пристроїв та систем**

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_

(підпис)

\_\_\_\_\_

(ініціали, прізвище)

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 р.

**Дипломний проект**

**на здобуття ступеня бакалавра**

зі спеціальності 6.050901 «Радіотехніка»

(код і назва)

на тему \_\_\_\_ Двочастотний пристрій зчитування-запису RFID міток

Виконав (-ла): студент (-ка) III курсу, групи РТп-71

(шифр групи)

Ткаченко Руслан Юрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Керівник Неуймін Олександр Станіславович

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Консультант охр.пр.

(назва розділу)

Гусєв Євген Ігорович

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Рецензент Сушко Олександр Юрійович

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному  
проекті немає запозичень з праць інших  
авторів без відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_

(підпис)

Київ – 2020 року

**Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського»**

Інститут (факультет) Радіотехнічний

(повна назва)

Кафедра Радіотехнічних пристроїв та систем

(повна назва)

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність 6.050901 «Радіотехніка»

(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

(підпис)

(ініціали, прізвище)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ  
на дипломний проект  
студенту**

Ткаченко Руслан Юрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту: Двочастотний пристрій зчитування-запису RFID міток

керівник проекту Неуймін Олександр Станіславович

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від 21 » травня 2020 р. №1126

2. Термін подання студентом проекту \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до проекту Технічне завдання для розробки двочастотного пристрою зчитування-запису RFID міток.

4. Зміст пояснювальної записки: Аналіз технічного завдання, розробка структурної та електричної принципової схеми двочастотного пристрою зчитування-запису RFID міток, вибір елементної бази, розрахунки, що підтверджують працездатність, охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо): Структурна схема, схема електрична принципова, складальне креслення, друкована плата.

#### 6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці			

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

#### Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Аналіз технічного завдання	13.04.20 – 17.04.20	
2	Огляд RFID систем	18.04.20 – 21.04.20	
3	Огляд пристроїв - аналогів	22.04.20 – 25.04.20	
4	Розробка структурної схеми пристрою	26.04.20 – 29.04.20	
5	Вибір елементної бази	30.05.20 – 05.05.20	
6	Розробка схеми електрично-принципова та проектування друкованої плати	6.05.20 – 10.05.20	
7	Розрахунки, що підтверджують працездатність пристрою	11.05.20 – 21.05.20	
8	Огляд готової конструкції	06.05.20 – 14.05.20	
9	Підготовка розділу Охорона праці та висновків	14.05.20 -20.05.20	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (ініціали, прізвище)

Керівник проекту

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (ініціали, прізвище)

\_\_\_\_\_

## **АНОТАЦІЯ**

У дипломному проекті розроблено двочастотний пристрій зчитування-запису RFID міток, а саме розроблено схему електричну принципову та конструкцію пристрою з обґрунтуванням прийнятих конструкторських рішень.

Наведено розрахунки, що підтверджують працездатність пристрою. Основний акцент при розробці зроблено на забезпеченні конкурентоспроможності пристрою при збереженні всіх заданих показників. Дипломний проект містить 78 сторінку пояснювальної записки, 40 рисунків, 8 таблиць, 4 креслення, 7 додатків.

## **ANNOTATION**

In the bachelor project, the dual-frequency RFID tag reader-writer was developed, namely the electrical principle schematic diagram and the design of the device with the justification of the design decisions.

The calculations that confirm the device's performance are given. The main focus of the development is to achieve the competitiveness of the device while maintaining all the specified features. The graduation project contains 78 explanatory note page, 40 figures, 8 tables 4 drawing, 7 applications.

# **ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

**до дипломного проекту**

на тему: Двочастотний пристрій зчитування-запису RFID міток

## ЗМІСТ

Перелік скорочень.....	1
Вступ.....	2
1 Аналіз технічного завдання.....	3
2 RFID системи.....	6
2.1 Актуальність.....	
2.2 Сфери використання RFID.....	
2.3 Принцип роботи RFID.....	
3 Огляд пристроїв - аналогів.....	
3.1 Типи дублікаторів.....	
3.2 Типи транспондерів.....	
3.3 RFID модулі.....	
4 Структурна схема пристрою.....	
5 Вибір елементної бази.....	
6 Схема електрично-принципова.....	
7 Проектування друкованої плати.....	
8 Розрахунки, що підтверджують працездатність.....	
8.1 Розрахунок надійності по раптовим відмовам.....	
8.2 Розрахунок віброміцності друкованого вузла.....	
9 Огляд готової конструкції.....	
10 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	
10.1 Визначення основних потенційно шкідливих та небезпечних виробничих факторів при ручній пайці .....	
10.2 Біологічний вплив небезпечних речовин в процесі пайки.....	
10.2.1 Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки і гігієни праці та виробничої санітарії.....	

					<b>РТП71. 432239.001 ПЗ</b>		
ЗМ.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив	Ткаченко Р.Ю.				Двочастотний пристрій зчитування-запису RFID  міток	Лім.	Лист
Перевірів	Неуймін О.С.						1
						<b>РТп-71 РТФ</b>	
Н. Контр.	П.І.Б.						
Затвердив	П.І.Б.						

10.2.2 Біологічна дія інфрачервоного випромінювання на організм людини при проведенні процесу пайки.....

10.2.3 Розрахунок захисного відключення електромережі при аварійному режимі роботи електрообладнання .....

10.2.4 Визначення концентрації аерозолю свинцю в повітрі робочої зони при пайці.....

10.2.5 Визначення інтенсивності інфрачервоного випромінювання....

10.2.6 Розрахунок системи вентиляції робочих місць монтажників РЕА.....

10.2.7 Електробезпека.....

10.2.7.1 Розрахунок електромережі на вимикаючу здатність.....

10.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....

Висновок.....

Перелік посилань

Додаток А

Додаток Б

Додаток В

Додаток Г

Додаток Д

Додаток Е

Додаток Є

					<b>РТП71. 432239.001 ПЗ</b>			
<b>ЗМ.</b>	<b>Лист</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>	<b>Двочастотний пристрій зчитування-запису RFID міток</b>	<b>Лім.</b>	<b>Лист</b>	<b>Листів</b>
Розробив	Ткаченко Р.Ю.						1	
Перевірів	Неуймін О.С.							
Н. Контр.	П.І.Б.							
Затвердив	П.І.Б.					<b>РТп-71 РТФ</b>		



## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ДП — Друкована плата

RFID — radio frequency identification device

PSK — Phase Shift Keying

CMOS — complementary metal-oxide-semiconductor

СКУД — Система контролю і управління доступом

					РТП71. 435256.001 ПЗ	Лист
						1
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

Двочастотний пристрій зчитування-запису RFID міток призначений для створення копій RFID міток на частотах 125 кГц та 13,56 МГц. Пристрій дозволить швидко переносити данні форматів EM4100, T557 з однієї мітки на іншу пусту RFID мітку.

Розробка двочастотного пристрою зчитування-запису RFID міток, який працює на різних частотах є актуальною, тому що в теперішній час широко застосовуються дуплікатори RFID міток та карт, які працюють або на частоті 125 кГц або на частоті 13,56 МГц. Даний пристрій призначений замінити використання двох окремих дуплікаторів на один за необхідності працювати з різними частотами.

					<i>РТП71. 435256.001 ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		2

## 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

При проектуванні необхідно врахувати всі фактори для забезпечення високої надійності, технологічності, ремонтпридатності, низької собівартості. Маса і габарити повинні бути мінімальними, щоб забезпечити найбільшу зручність експлуатації.

Для збільшення надійності необхідно:

- використовувати більш надійні елементи або зменшувати кількість ненадійних;
- використовувати елементи в ненавантаженому режимі;
- для підвищення технологічності потрібно використовувати прогресивні методи формоутворення та складання пристрою;
- максимально використовувати стандартизовані та уніфіковані деталі і збірки.

Прилад повинен бути зручним у використанні та відповідати вимогам ергономіки та естетики. Органи управління, індикації повинні знаходитись у зручному та легкодоступному місці.

### 1. Назва і підстава для виконання ДП

1.1. Назва дипломного проекту (ДП): двочастотний пристрій зчитування-запису RFID міток

1.2. Підстава для виконання ДП: Завдання кафедри РТПС, видане 13 квітня 2020р.

1.3. Термін початку і закінчення ДП: \_\_\_\_\_ 2020 р. - 15 червня 2020 р.

### 2. Мета виконання ДП

Метою виконання дипломного проекту є розробка двочастотного пристрою зчитування-запису RFID міток.

					<b>РТП71. 435256.001 ПЗ</b>	Лист
						3
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3. Джерела розробки

Джерелами розробки є:

3.1 RFID 读写器 Reader Writer Cloner [Електронний ресурс] –

Режим доступу до ресурсу: <https://www.cnblogs.com/shangdawei/p/4830485.html>.

3.2 RFID или не RFID? БОТ В ЧЕМ ВОПРОС [Електронний ресурс]

– Режим доступу до ресурсу: <http://www.bnti.ru/showart.asp?aid=693&lvl=20..>

### 4. Призначення розробки

Призначення розробки є захист дипломної роботи.

### 5. Технічні вимоги

**«Двочастотний пристрій зчитування-запису RFID міток».**

Підставою до виконання є завдання видане кафедрою радіотехнічних пристроїв та систем «\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р.

**ВИКОНАВЦІ**

**Виконавець –Ткаченко Руслан Юрійович.**

Керівник – Неуймін Олександр Станіславович;

**МЕТА ВИКОНАННЯ І ПРИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКЦІЇ:**

Розробка двочастотного пристрою зчитування-запису RFID

Технічні вимоги

1.1 Вимоги призначення

Напруга живлення 5 В $\pm$ 5% (згідно ГОСТ 13109-97);

Частота радіопередачі 125 кГц та 13,56 МГц;

Дальність дії мінімум 1 см.

1.2 Вимоги життєздатності та стійкості до зовнішніх впливів і чинників

Кліматичне виконання УХЛ 4 за ГОСТ 15150-69.

Захист від механічних пошкоджень М13 за ГОСТ 17516.1-90.

1.3 Вимоги надійності:

Час роботи від блока живлення.

Час безвідмовної роботи 43898 години або 2 роки.

					<b>РТП71. 435256.001 ПЗ</b>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		4

#### 1.4 Вимоги до конструкції:

Зовнішньо спереду прилад являє собою звичайну індикаторну панель з світлодіодами, в якій є вхід для приєднання пристрою до блоку живлення.

#### 1.5 Вимоги уніфікації та стандартизації

Використовувати уніфіковану та стандартизовану елементну та матеріальну базу.

1.6 Вимоги до експлуатації, зручності технологічного обслуговування та ремонту

Передбачити легкий доступ для ремонту.

#### 1.7 Вимоги безпеки життя, здоров'я, майна громадян та охорони довкілля

Керуватися положеннями стандартів про вимоги техніки безпеки, електробезпеки, а саме ГОСТ 1220070-75, ГОСТ 12.1.019-79, ГОСТ 12.1.038-88.

#### 1.8 Вимоги сумісності

Повинен відповідати нормам допустимих завад згідно ГОСТ 28934 та ДСТУ 2793.

#### 1.9 Вимоги до транспортування і зберігання

Транспортувати автомобільним, залізничним та авіаційним видами транспорту в упакованому вигляді.

Вимоги до консервації, пакування і маркування

Пакування та маркування виконується за ДСТУ 4171-2003. Консервація не передбачена. Упаковка повинна мати достатню міцність щоб зберегти виріб при транспортуванні. Також повинна вміщати прилад з літературою, яка надається кінцевому споживачу. На передній частині виробу повинно бути передбачено місце під фірмовий знак.

					РТП71. 435256.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		5

## 2 RFID СИСТЕМИ

### 2.1 Актуальність

RFID - це система бездротової ідентифікації, яка здатна обмінюватися даними шляхом встановлення зв'язку між міткою, підключеною до товару чи об'єкта, і зчитувачем.

В основному в системах RFID використовуються електромагнітні сигнали для того, щоб зчитувати та записувати дані без контакту. Зчитувачі - це інструменти, які визнають наявність міток, і відновлюють збережену в них інформацію. Оскільки ці системи працюють на основі зміни параметрів електромагнітних хвиль, то використовується антена для підсилення сигналу. Радіочастотне розпізнавання здійснюється за допомогою закріплених за об'єктом спеціальних міток, що несуть ідентифікаційну та іншу інформацію. Цей метод вже став основою побудови сучасних безконтактних інформаційних систем.

#### Особливості технології

1. RFID-міткам не потрібен контакт або пряма видимість, дані з мітки можуть бути отримані на відстані.
2. RFID-мітки зчитуються швидко і точно, що дозволяє виконувати велику кількість сканувань.
3. RFID-мітки можна використовувати навіть в агресивних середовищах, через бруд, фарбу, пар, воду, пластмасу, деревину, а також використовувати імплантацію в тіло.
4. Пасивні RFID-мітки мають фактично необмежений термін експлуатації, мають низьку собівартість.
5. RFID-мітки можуть нести велику кількість інформації.
6. RFID-мітки легко відстежити на порівняно невеликій відстані — метро, офіси, банки, магазини, зупинки.
7. RFID-мітки можуть бути використані як для читання, так і для запису великого обсягу інформації.

#### Недоліки RFID-технології

1. В деяких випадках мітки не деактивуються повністю, є можливість повторного спрацювання
2. Мітку можна виявити на товарі і в багатьох випадках пошкодити або відірвати

					РТП71. 435256.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		6

3. З огляду на легку можливість маскування, можуть використовуватись для шпигунства без згоди власника товару

4. У випадку оплати товару карткою банку технічно залишається можливість асоціювання імені власника з товаром

5. В індивідуальних випадках категорична відмова від імплантації з огляду на страх втрати приватності індивідом [1]

## **2.2 СФЕРИ ВИКОРИСТАННЯ RFID**

### *Промисловість*

Важливий промисловий споживач RFID-технологій - це автомобільна промисловість. RFID-мітка з набором кінцевих вимог до виробу може бути поміщена на раму або корпус збирається на конвеєрі автомобіля. І в процесі конвеєрного виробництва на різних ділянках. Автомобіль може бути автоматично забарвлений певним чином, або можуть бути встановлені інші колісні диски, змінений колір оббивки і т. п. Наприклад, компанія BMW Group виробляє збірку моделей 3 серії з використанням RFID-технологій. [1]

Важливою особливістю застосування RFID є нерозривність між промисловим і логістичним використанням. Прикріплена до виробу на етапі виробництва мітка може в подальшому використовуватися для обліку виробу на складі або для підтвердження автентичності предмета, вже введенного в експлуатацію.

Також в промисловості RFID-мітки використовуються для ідентифікації операторів установок і агрегатів. Зчитувач RFID підключається в промислову мережу (наприклад PROFINET) і дозволяє оператору, має картку з RFID-міткою цим пристроєм в певній локації за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу.

### *Транспортна логістика*

Інтеграція RFID-систем в MES-системи дозволяє проводити заходи щодо оптимізації вихідної і вхідної логістики.

Виробництво жувальних гумок Wrigley. За допомогою RFID-міток на виробництві відстежується маршрут перевезення сировини.

					<b>РТП71. 435256.001 ПЗ</b>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		7

Корми для тварин фірми «Марс» (Pedigree, Whiskas, Kitekat, Chappi; стеження за упаковкою при виробництві і на складі готової продукції) - пілотний проект. [15]

У логістиці існують приклади комплексних розробок з використанням RFID - для морських контейнерних перевезень. Кожен контейнер оснащується міткою RFID, що містить інформацію про вантаж і комбінується з датчиками (наприклад відкриття, вмісту кисню і т. П.) та передає дані на центральну станцію збору даних на борту контейнеровоза, яка в свою чергу передає дані через супутниковий зв'язок. Таким чином власник вантажу отримує можливість відстежувати місце розташування і збереження вантажу.

### *Медицина*

У медицині RFID використовується для підвищення комфорту і безпеки лікування пацієнтів. [15]

RFID-браслети використовують для ототожнення немовляти з матір'ю. Крім того, їх можна використовувати для швидкого пошуку пацієнта, що вимагає за станом здоров'я постійного нагляду (наприклад, страждає хворобою Альцгеймера), або терміново розшукуваного лікаря.

В самі мітки або в базу даних, ключем до якої є ідентифікаційний номер мітки, може заноситися вся інформація про необхідні для лікування даних, таких, як група крові, відомості про алергію, прописані ліки, і ін. Використання подібної бази даних запобігає помилки, пов'язані з поганим почерком, втратою виписок, довгим пошуком потрібної інформації.

Німецький концерн Siemens AG, спільно з компанією Schweizer electronic розробили чіп RFID з вбудованим датчиком температури, витримує операції стерилізації та пастеризації, а також прискорення до 5000 g, що розвивається на центрифугі. Даний чіп призначений, наприклад, для використання в банках крові. Зараз Siemens AG і Schweizer electronic, за участю виробника пакетів для зберігання крові MascoPharma, проводять впровадження системи на базі цього чіпа в банку крові Університетського госпіталю Граца.

					<i>РТП71. 435256.001 ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		8



### *Людські імпланти*

RFID-мітки, розроблені для маркування тварин, зараз починають використовуватися на людях. Перший експеримент з RFID-імплантами був проведений англійським професором кібернетики Кевіном Варвік, який імплантував мітку в свою руку в 1998.

Нічні клуби в Іспанії та в Нідерландах, використовують мітку для ідентифікації своїх VIP-відвідувачів, які, в свою чергу, користуються ними для оплати за випивку.[15]

### RFID в системах контролю доступу

Система контролю і управління доступом (скорочено СКУД або СКД) — це комплекс технічних та програмних засобів безпеки, що здійснює регулювання входу / виходу та переміщень людей чи транспортних об'єктів на територіях, які знаходяться під охороною, для адміністративного моніторингу та попереджень несанкціонованого проникнення.

За допомогою системи контролю доступу досягається:

- ідентифікація осіб, що мають право доступу;
- розмежування доступу до різних приміщень;
- керування автоматичними режимами;
- реєстрація часу перебування особи на об'єкті;
- обробка інформації та ведення статистики.

Впровадження СКУД дозволяє організувати безпеку та контроль об'єктів без залучення великої кількості працівників охорони та стабільну роботу автоматизованих систем у режимі 24/7 (наприклад, банкоматів, які встановлено в окремих приміщеннях відділень). [4]

					РТП71. 435256.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		9

## 2.3 Принцип роботи RFID

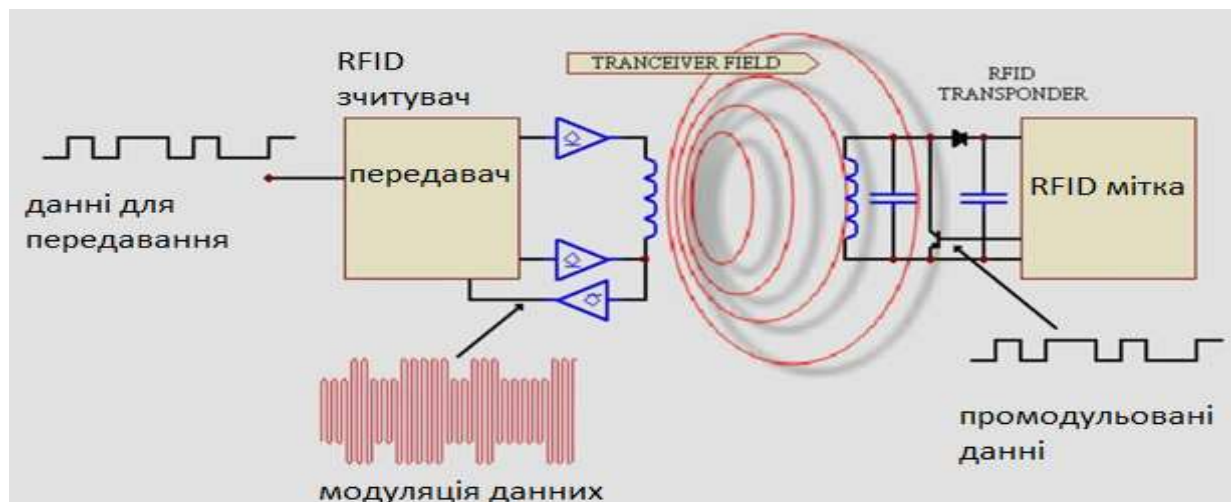


Рис. 2.3.1 – Принцип роботи RFID

RFID-транспондери - це пристрої, що передають цифрову інформацію, яку можна прочитати здалеку за допомогою зчитувача. Для того, щоб мати можливість читати інформацію, що зберігається на RFID транспондері, зчитувач повинен знати, як зберігається інформація та протокол її вилучення.

Транспондер — це приймально-передавальний пристрій, що надсилає сигнал у відповідь на прийнятий сигнал, наприклад: автоматичний пристрій, що приймає, підсилює і передає далі сигнал на іншій частоті; автоматичний пристрій, що передає заздалегідь задане повідомлення у відповідь на певний прийнятий сигнал; приймач-передавач, що завжди створює сигнал у відповідь на правильний електронний запит. Одним з найбільш поширених форматів даних для транспондерів RFID є протокол EM4100, названий так, оскільки мікросхем в основі транспондера базується на мікросхемі контролера, виготовленої компанією EM Microelectronic.

На рис 2.3.1 показано принцип роботи найпростішої RFID системи, а саме коли транспондер потрапляє в електромагнітне поле, що передається RFID-зчитувачем, він бере енергію з поля і почне передавати свої дані, як показано вище. Перші 9 біт мають логіку 1. Ці біти використовуються як маркер на послідовність для позначення початку рядка. Оскільки парність

використовується в усіх даних, то 9-бітова послідовність 1 не відбудеться в жодному іншому місці в рядку. Далі йде 10 груп із 4 даних та 1 біт парності. Далі, є 4 біти парності стовпців і стоп-біт (0). Потім транспондер продовжує повторювати цей рядок до тих пір, поки він має джерело енергії.

На рис 2.3.2 показаний приклад рядка для картки з даними \$ 06 (номер версії) та \$ 001259E3 як рядок даних.

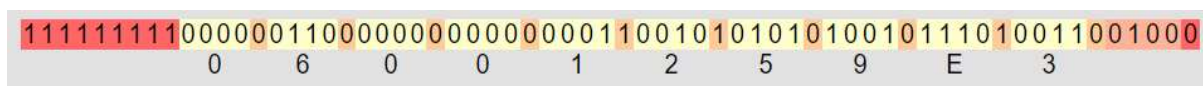


Рис 2.3.2 – Рядок з даними

### Модуляція даних

Зазвичай використовується три види модуляції

- Манчестер Кодування.
- Кодування BiPhase.
- Кодування PSK

Транспондер і зчитувач використовують окремі цикли радіочастотного поля для синхронізації передачі даних між ними. Частота синхронізуючого пристрою просто стає частотою використовуваного радіочастотного поля.

Тактові сигнали системи RFID змінюються залежно від необхідної програми. При низькій частоті зондування коротких відстаней транспондерів використовується типовий діапазон між 100-150 кГц. Для більш тривалого зондування може використовуватися частота 13,56 МГц або інша частота, як вимагає програма. Звичайно, розробник системи RFID обмежений використанням певних частотних діапазонів, оскільки системи RFID є радіовипромінюючими пристроями і, таким чином, перебувають під контролем місцевих органів радіочастотного регулятора. Довжина кожного біта визначається в термінах тактових циклів.

### Манчестер Кодування.

Манчестер кодування транспондеру приводить до переходу рівня в середині бітового періоду. Від низького до високого перехід являє собою

логічний стан 1, тоді як високий до низького перехід являє собою логічний стан 0.

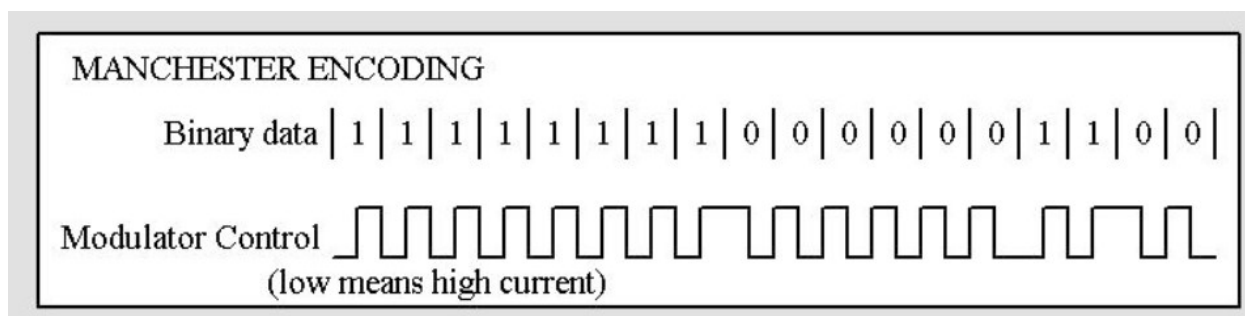


Рис. 2.3.3 – Данні при манчестерському кодуванні  
Кодування BiPhase.

Схеми кодування BiPhase модулюють радіочастотне поле таким чином, щоб на початку кожної бітової межі був перехід. Стан логіки 0 має перехід у середині бітового періоду, тоді як стан логіки 1 не має переходу протягом усього бітового періоду.

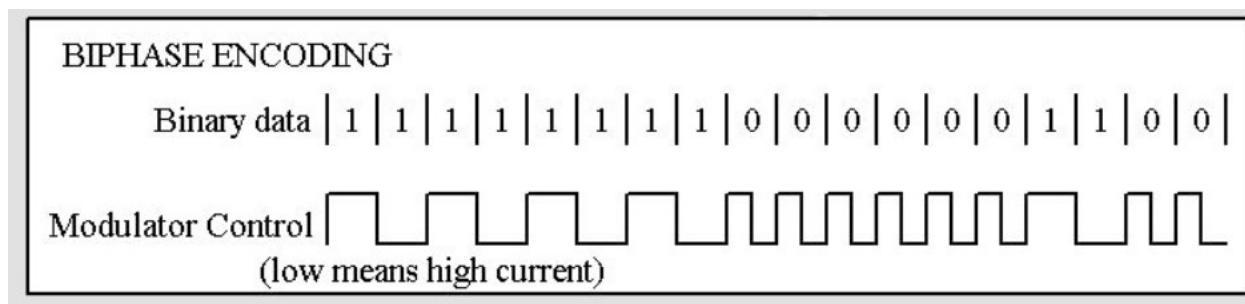


Рис. 2.3.4 – Данні при BiPhase кодуванні  
Кодування PSK

За допомогою PSK (Phase Shift Keying) кодування радіочастотного поля модулюється таким чином, що відбувається перехід з кожним тактовим періодом. Це означає, що може бути до 64, 32 або 16 переходів на біт, залежно від того, яку довжину бітів використовує транспондером. Коли відбувається зсув фази, він представляє стан логіки 0, тоді як логічний стан 1 інтерпретується, коли на бітовій межі немає зміни фази.

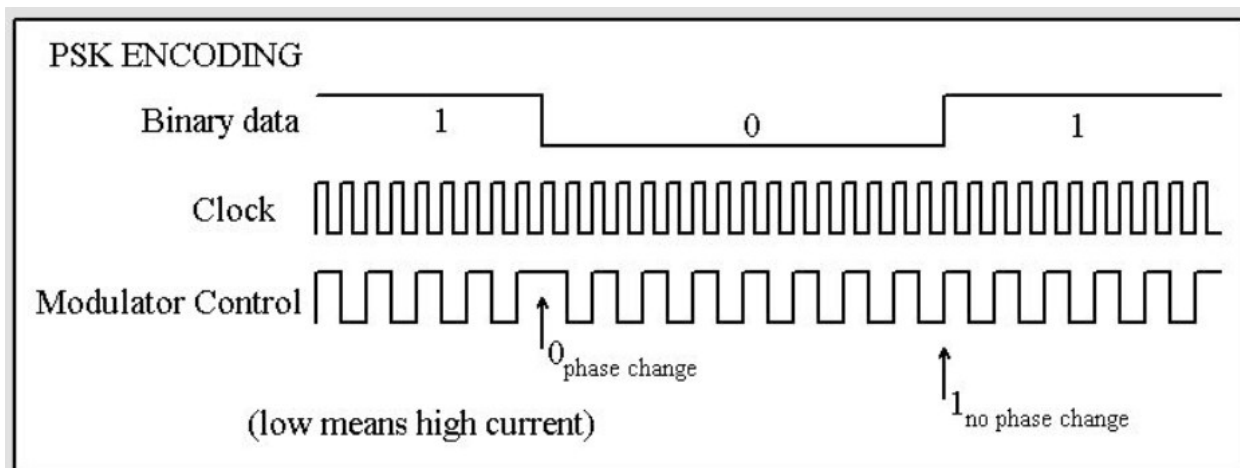


Рис. 2.3.5 – Данні при PSK кодуванні

Також одним з поширених форматів даних для транспондерів RFID є протокол EM4102 (раніше названий H4102). Реалізується на базі інтегральної схеми CMOS для використання в електронних РЧ-транспондерах. Схема живиться від зовнішньої котушки, розміщеної в електромагнітному полі, і отримує свій головний тактовий сигнал з того ж поля через один з клем котушки. Увімкнувши і вимкнувши струм модуляції, мікросхема відправить назад 64 біти інформації, що міститься в програмованому масиві пам'яті. [5]

Програмування мікросхеми виконується лазерним сплавленням полісиліконових ланок з метою збереження унікального коду на кожній мікросхемі.

EM4102 має кілька металевих варіантів, які використовуються для визначення типу коду та швидкості передачі даних. Доступні швидкості передачі 64, 32 та 16 періодів несучої частоти на біт даних. Дані можна кодувати як Манчестер, Біфаза або PSK. [3]

Через низьке енергоспоживання логічного ядра не потрібен буферний конденсатор. Також вбудований паралельний резонансний конденсатор ємністю 78 пФ.

Особливості

- 64-бітний масив пам'яті лазерно програмується
- Доступно кілька варіантів швидкості передачі даних та кодування
- Повний хвильовий випрямляч на мікросхемі
- Велика глибина модуляції через пристрій модуляції низького опору
- Робоча частота 100 - 150 кГц
- невеликий розмір чіпа, зручний для імплантації
- низьке енергоспоживання

Забезпечення високого рівня напруги може бути досягнуто за допомогою комбінації технології з наявною SIM-карткою в мобільному телефоні та використання алгоритмів кодера на RFID-сигналах. [6][11]

					РТП71. 435256.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		14

## 3 ОГЛЯД ПРИСТРОЇВ - АНАЛОГІВ

### 3.1 Типи дублікаторів

#### 1. Дублікатор-копіювальник ZX-6610 RFID карт EM4100



Рис 3.1.1 – Дублікатор-копіювальник ZX-6610

Дублікатор використовується для копіювання інформації з карток або міток радіочастотної ідентифікації (RFID) типу EM4100 (і інших сумісних) з частотою 125 КГц на такі ж картки перезаписуючого типу.

Характеристики:

- Дублікатор безконтактний
- Модель: ZX-6610
- Частота: 125 kHz
- Світлодіодна і звукова індикація
- Сумісні RFID картки: EM4100, T5577 і ін. З частотою 125 КГц
- Живлення: два елементи типу AAA (в комплект поставки не входять)
- 3 кнопки: вкл / викл, вважати і записати
- Матеріал корпусу: пластик
- Вага: 57 г
- Розмір: 11,5 x 7 x 3 см.
- Орієнтовна ціна на ринку 433 грн

					РТП71. 435256.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		15

2. SOA-TMP1-V2 для домофонних ключів, ТМ і ЕМ карт



Рис 3.1.2 – Зображення SOA-TMP1-V2

Дублюкатор моделі SOA-TMP1-V2 для домофонних ключів, ТМ і ЕМ карт, RFID брелків стандарту Cyfral, Metakom, Dallas (рис 3.1.2). Дублюкатор TM1 Programmer використовується для копіювання інформації з домофонних ключів стандарту Cyfral, Metakom, Dallas; карток або міток радіочастотної ідентифікації (RFID) типів TM1990A, RW1990, TM01, RW2000, DC2000, DS1990, EM4100, EM4305, T5577 (і інших сумісних) з частотою 125 КГц на такі ж ключі, картки, RFID мітки перезаписуваного типу. TM1 Programmer може працювати як автономно, так і стаціонарно.

Орієнтовна ціна на ринку 2800 грн.

3. SMKey MIFARE





### Рис 3.1.3 – Зображення SMKey MIFARE

Копіювальник SMKey (Рис. 3.1.3) призначений для виготовлення дублікатів ключів для домофонів формату MIFARE. Робить копії міток Міфаре з усіма закритими секторами, шляхом отримання крипто-ключа від зчитувача.

Формати міток: Mifare Classic 1K, Mifare Ultralight (робоча частота 13,56 МГц)

Копіює ключі Mifare Classic на болванки MF Zero і на заготовки MF OTP які завдяки однократного запису UID обходять фільтри зчитувачів Iron Logic з оновленою прошивкою.

Орієнтовна ціна на ринку 7800 грн

## 3.2 Типи транспондерів

### *HITAG 1 transponder IC*

Транспондери на основі HITAG 1 є високо інтегрованими і не потребують додаткових компонентів поруч із зовнішньою котушкою.

Дані між ключем (RWD) і транспондером передаються двосторонньо в режимі напівдуплексу. IC-транспондер HITAG 1 пропонує також зашифровану передачу даних.

Режим AntiCollision (AC), який використовується головним чином при роботі на великій відстані, дозволяє обробляти кілька транспондерів, які знаходяться одночасно в полі зв'язку антени, тим самим досягаючи найвищої надійності роботи і дозволяючи швидко і одночасно обробляти кілька транспондерів.

IC-транспондер HITAG 1 забезпечує два режими протоколу: Стандартний та Розширений режим. Режим розширеного протоколу функціонує порівняно зі стандартним режимом протоколу зі збільшеною кількістю стартбітів та 8-бітовою циклічною перевіркою надмірності, що надсилається ІМ-транспондером при операціях зчитування. IC-транспондер HITAG 1 пропонує пам'ять 2 кбіт.

Особливості та переваги:

					<b>РТП71. 435256.001 ПЗ</b>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		17

- Ідентифікаційний транспондер для використання в безконтактних програмах
- Робоча частота 125 кГц
- Передача даних та енергопостачання по радіочастотному зв'язку, без внутрішнього акумулятора
- енергонезалежна пам'ять 2 кбіт
- 100000 циклів стирання / запису
- Вибірковий захист вмісту пам'яті
- Функція взаємної аутентифікації
- орієнтовна ціна 35 \$.

#### Блок-схема

ІС-транспондер HITAG 1 не потребує зовнішнього живлення. Безконтактний інтерфейс генерує джерело живлення та системний годинник через резонансну схему шляхом індуктивного з'єднання з RWD. Інтерфейс також демодулює дані, що передаються з RWD на ІЧ-транспондер HITAG 1, і модулює магнітне поле для передачі даних від ІЧ-транспондера HITAG 1 до RWD.

Дані зберігаються в енергонезалежній пам'яті (EEPROM). Пам'ять має 2 кбіт і організована в блоки.

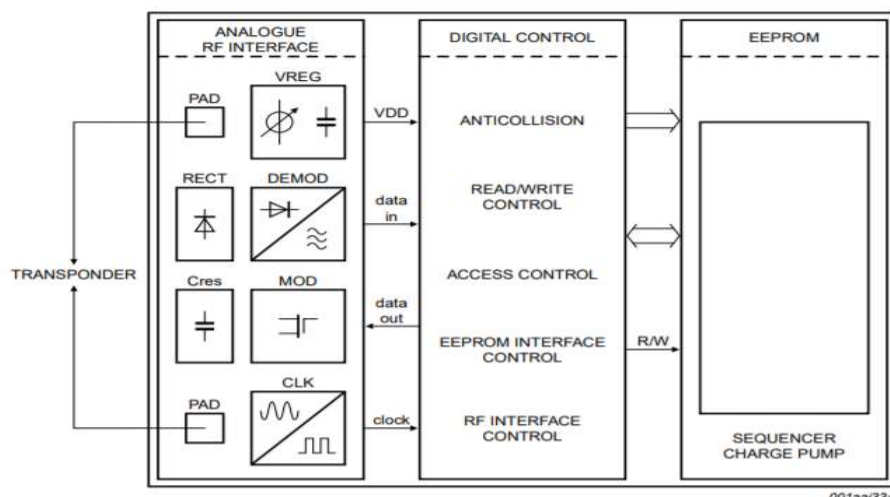


Рис 3.2.1 – Блок схема HITAG 1

Площа пам'яті 2 кбіт транспондера HITAG 1 розділена на 16 блоків. Кожен блок містить 4 сторінки з 4 байтами (1 байт = 8 біт). Сторінка - найменший блок доступу.

Адресація проводиться в бік сторінки (стор. 0 - 63), тоді як доступ отримується або вгору, або по блоках, вводячи відповідну стартову адресу.

Блоковий доступ доступний лише для блоків від 2 до 15, доступ до сторінок доступний для сторінок від 0 до 63.

### ***HITAG 2 transponder IC***

Транспондери на основі HITAG 2 є високо інтегрованими і не потребують додаткових компонентів, окрім передавача IC HITAG 2 та зовнішньої котушки. Дані передаються в двосторонньому режимі, між пристроєм зчитування запису (RWD) та передавачем HITAG IC. Для досягнення безпеки основного потоку дані можуть передаватися шифрованими. IC-транспондер HITAG 2 пропонує пам'ять 256 біт.

Спеціальна конфігурація ІМ-транспондера можлива за допомогою сторінки конфігурації. Сторінка конфігурації дозволяє вибрати різні режими та можливості доступу, а також конфігурацію пам'яті. Сторінки пам'яті можуть бути захищені від доступу для читання або запису, встановивши відповідні прапори пам'яті. IC-транспондер HITAG 2 забезпечує - окрім пароля та крипторежиму - наступні три стандартні режими лише для читання, які можна налаштувати за допомогою байта конфігурації:

- публічний режим А
- загальнодоступний режим В (ідентифікація тварин відповідно до ISO 11784 та ISO 11785)

- загальнодоступний режим С (сумісний з режимом РІТ РСF793х)

Особливості та переваги:

- Ідентифікаційний транспондер для використання в безконтактних програмах
- Робоча частота 125 кГц

					<b>РТП71. 435256.001 ПЗ</b>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		19

- Передача даних та енергопостачання по радіочастотному зв'язку, без внутрішнього акумулятора
- Відстань читання така ж, як відстань запису
- енергонезалежна пам'ять 256 біт (128-бітні дані користувача та 128-бітні дані управління / секрет)
- пам'ять), організована на 8 сторінках, по 4 байти кожна
- 10 років збереження енергонезалежних даних
- 100000 циклів стирання / запису
- Вибірковий захист вмісту пам'яті
- Дві схеми кодування для операції зчитування: кодування Біфаса та Манчестера
- Ефективний протокол комунікації з видатною перевіркою цілісності даних
- Функція взаємної аутентифікації
- Проста передача даних (режим пароля)
- Зашифрована передача даних (крипторегим)
- У режимі читання / запису можлива робота з багатьма тегами завдяки спеціальній HALT-функції
- Емуляція стандартних промислових транспондерів лише для читання
- орієнтовна ціна 35-45 \$.

Блок схема:

ІС-транспондер HITAG 2 не потребує зовнішнього живлення. Безконтактний інтерфейс генерує джерело живлення та системний годинник через резонансну схему шляхом індуктивного з'єднання з RWD. Інтерфейс також демодулює дані, що передаються з RWD в ІЧ-транспондер HITAG 2, і модулює магнітне поле для передачі даних від ІЧ-транспондера HITAG 2 до RWD.

Дані зберігаються в енергонезалежній пам'яті (EEPROM). Пам'ять має ємність 256 біт і організована в сторінки

					РТП71. 435256.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		20

Parameter	Description	Unit
carrier frequency	125	kHz
coding read	Manchester/Biphase	-
coding write	Pulse duration	-
modulation	ASK (amplitude shift keying)	-
total memory size	256	bit
user memory read/write	128	bit
read only serial number	32	bit
data retention	10	year
data security	encryption, authentication, passwords	-
data integrity	half-duplex handshake, reverse data transmission	-

Рис 3.2.2 – Параметри HITAG 2

### ***HITAG RO64 transponder IC***

Лінійка продуктів HITAG добре відома і налагоджена на ринку безконтактної ідентифікації.

Завдяки відкритій маркетинговій стратегії NXP Semiconductors є різні виробники, які добре зарекомендували себе як для транспондера / карт, так і для пристроїв читання / запису. Усі вони підтримують HITAG-передавач IC. З новим HITAG μ RO64, NXP розглядає ринок низьких рівнів, пропонуючи попередньо запрограмовану програму для читання лише для IC. Перевагами цього ІЧ-транспондера є:

- доведена продуктивність HITAG
- легко збирати через мега-удари
- низька вартість виготовлення через попередньо запрограмований код

TTF

HITAG μ RO64 працює в режимі безперервного TTF, де модулює поле зчитування за допомогою попередньо запрограмованого 64-бітного вмісту пам'яті

Особливості:

- Вбудована схема для безконтактних ідентифікаційних транспондерів та карток
- Вбудований резонансний конденсатор 210 пФ з допуском 3% або 280 пФ з 5%
- Діапазон частот від 100 кГц до 150 кГц
- 64-розрядна попередньо запрограмована відповідь TTF
- 10 років збереження даних
- орієнтовна ціна 45-55 \$.

Транспондер HITAG  $\mu$  RO64 не потребує зовнішнього живлення. Безконтактний інтерфейс генерує джерело живлення та системний годинник через резонансну схему шляхом індуктивної зв'язку до пристрою зчитування / запису (RWD). Інтерфейс також демодулює дані, передані з RWD, на транзистор HITAG  $\mu$  RO64 IC і модулює модуль магнітне поле для передачі даних від ІЧ-транспондера HITAG  $\mu$  RO64 до RWD.

Дані зберігаються в енергонезалежній пам'яті (EEPROM).

Час очікування транспондера HITAG  $\mu$  RO64 перед передачею даних у режимі TTF [10]

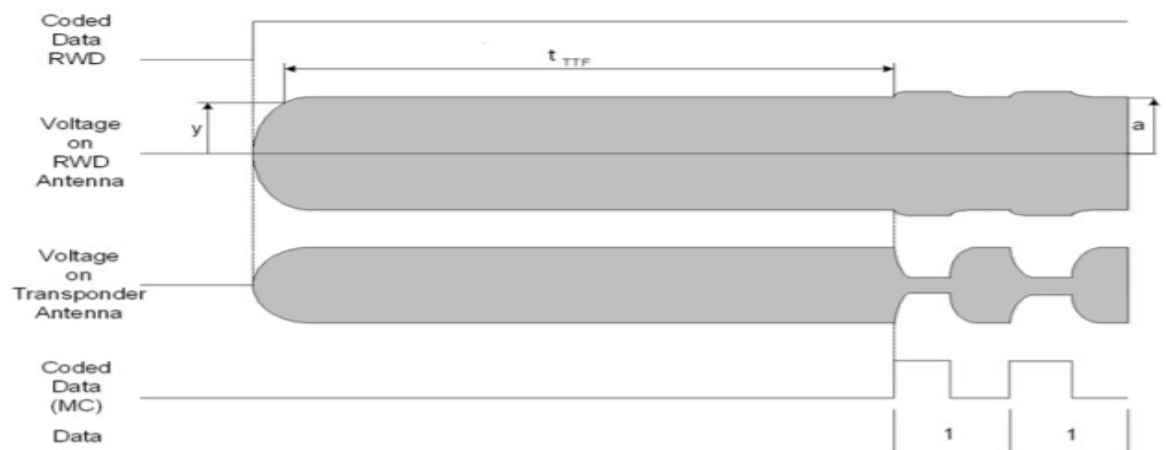


Рис 3.2.3 – Модуляція даних в HITAG  $\mu$  RO64 IC

**HITAG S transponder IC**

Лінійка продуктів HITAG добре відома і налагоджена на ринку безконтактної ідентифікації.

Завдяки відкритій маркетинговій стратегії NXP Semiconductors є різні виробники, які добре зарекомендували себе як для транспондерів / карт, так і для пристроїв читання / запису. Усі вони підтримують HITAG 1 і HITAG 2 транспондери. З новим сімейством HITAG S ця існуюча інфраструктура розширюється, коли наступне покоління IC значно менших механічних розмірів, менших за вартістю, що забезпечує більшу відстань і швидкість роботи, але все ще експлуатується з тією ж інфраструктурою зчитування та обладнанням для виготовлення транспондерів. Один протокол - два варіанти пам'яті.

Структура протоколу та команд для HITAG S заснована на HITAG 1, включаючи алгоритм антиколізій.

Запропоновано два різних розміри пам'яті, якими можна керувати, використовуючи точно той самий протокол.

- HITAG S256 з 256-бітною сумою зчитування / запису пам'яті
- HITAG S2048 з 2048 бітною сумою зчитування / запису пам'яті

#### Особливості

- Інтегральна схема для безконтактних ідентифікаційних транспондерів та карток
- Вбудований резонансний конденсатор 210 пФ з 5% допуском на повне виробництво
- Діапазон частот від 100 кГц до 150 кГц
- орієнтовна ціна 50-75 \$.

Транспондер HITAG S не потребує зовнішнього живлення. Безконтактний інтерфейс генерує джерело живлення та системний годинник через резонансну схему шляхом індуктивної зв'язку до пристрою читання / запису (RWD). Інтерфейс також демодулює дані, що передаються з RWD на транспондер HITAG S, і модулює магнітне поле для передачі даних від транспондера HITAG S до RWD. Дані зберігаються в енергонезалежній пам'яті

					<i>РТП71. 435256.001 ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		23

(EEPROM). EEPROM має місткість до 2048 біт і організований у 64 сторінки, що складаються з 4 байтів кожен (1 сторінка = 32 біти) [10]

### ***HITAG $\mu$ transponder IC***

Лінійка продуктів HITAG добре відома і налагоджена на ринку безконтактної ідентифікації.

Завдяки відкритій маркетинговій стратегії NXP Semiconductors є різні виробники, добре створені як для транспондерів / карт, так і для пристроїв читання / запису. Усі вони підтримують HITAG 1, HITAG 2 та HITAG S транспондери. З новим сімейством HITAG  $\mu$  ця існуюча інфраструктура розширюється, наступне покоління IC суттєво менші за механічними розмірами, меншими за вартістю, пропонуючи більшу відстань і швидкість роботи, але все ще експлуатується з тією ж інфраструктурою зчитування та обладнанням для виготовлення транспондерів. Структура протоколу та команд для HITAG  $\mu$  розроблена для підтримки операції Reader Talks First (RTF), включаючи алгоритм протидії зіткненням. Пропонуються різні розміри пам'яті, якими можна керувати, використовуючи точно той самий протокол.

IC-транспондери HITAG сумісні з ISO 11785. У той час, коли IC-транспондер HITAG знаходиться в полі запитувача, він відповідатиме відповідно до ISO 11785. HITAG. Розширений / розширений + може бути ідентифікований як транспондер, що знаходиться в режимі обміну даними (розширений режим) за типовою інформацією в зарезервованому бітовому полі, що надсилається до RWD.

- Біт 15 кадру ISO 11784 повинен бути встановлений на "1", що вказує, що це HITAG  $\mu$  розширений / розширений + в режимі обміну даними.

- Біт 16 кадру ISO 11784 (додатковий прапор даних встановлено на "1", що вказує, що HITAG  $\mu$  розширений / розширений + в режимі обміну даними містить додаткові дані в області пам'яті користувача.

Щоб перевести IM-транспондери HITAG  $\mu$  в режим обміну даними, RWD повинен надіслати дійсний запит або дійсну команду комутатора у визначеному

					<b>РТП71. 435256.001 ПЗ</b>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		24



вікні прослуховування. ІМ-передавач HITAG μ у режимі обміну даними відповідає лише тоді, коли це вимагає RWD (режим RTF). Ідентифікаційний код, все повідомлення від зчитувача до ІМ-транспондерів HITAG μ і навпаки, і біти виявлення помилок CRC (якщо це застосовується) передаються спочатку, починаючи з LSB.

У випадку, якщо кілька HITAG μ розширених / розширених + в режимі обміну даними знаходяться в полі допиту, що спричиняє зіткнення, RWD повинен запустити процедуру антиколізії, як описано в цьому документі. Залежно від того, в якій частині синхронізованого кадру ISO 11785 зіткнення виявлено, RWD розпочнеться з запиту на антиколізію. [10]

Різниця між транспондерами HITAG зображена на рис 3.2.4

HITAG Transponders							
Products	Total Memory Size (bits)	RF Interface	Anti-Collision	Unique ID Number	RAM Lock Capability	Integrated Security	Write Command
HITAG μ / Advanced / Advanced+ >	512 - 1760	ISO 11784/85 ISO 14223	60 tags/sec	48 bit	✓	✓	✓
HITAG S >	256 - 2048	ISO 11784/85	✓	48 bit	-	-	-
HITAG RO >	64 pre-programmed	-	-	-	-	-	-
HITAG 2 >	256	HITAG 2 ISO 11784/85	-	32 bit	✓	✓	-
HITAG 1 >	2048	HITAG 1	15 tags/sec	32 bit	✓	✓	-

Рис. 3.2.4 Різниця між транспондерами HITAG

### Транспондер Q5

Особливості:

- 256 біт пам'яті EEPROM, 8 слів з 32 біт (224 біт пам'яті користувача), функція OTP
- Типова робоча частота: 125 кГц

- Безконтактне джерело живлення, дуже низька потужність ( $I_{read} = 2 \text{ мкА}$ ,  $I_{write} = 25 \text{ мкА}$ )
- Кілька варіантів швидкості передачі даних та типу кодування (опція, обрана користувачем)
- Швидкість передачі даних: від 1 до 62 кб
- Тип модуляції: FSK (2 різні), Манчестер, Біфаза, PSK (3 різні) або NRZ
- Стандартний конфігурація Sokumat: Манчестер, 2kBd (унікальний код схожий)
- Режим роботи:
- Максимальна функція блоку: визначте кількість читабельних блоків
- Режим пароля: дозволяє прочитати одне слово після перевірки паролем
- Режим прямого доступу: дозволяє читати одне слово без перевірки пароля
- Відповідь на запит: модуляція транспондера в полі лише на запит
- Поразка модуляції: команда для зупинки модуляції транспондера в полі
- Зворотний вихід даних: обернений потік даних
- Метод швидкого запису: дозволяє розділити час програмування на 2
- Захист запису: команда блокувати слова незалежно один від одного
- Орієнтовна ціна 15 \$

## ATA5577

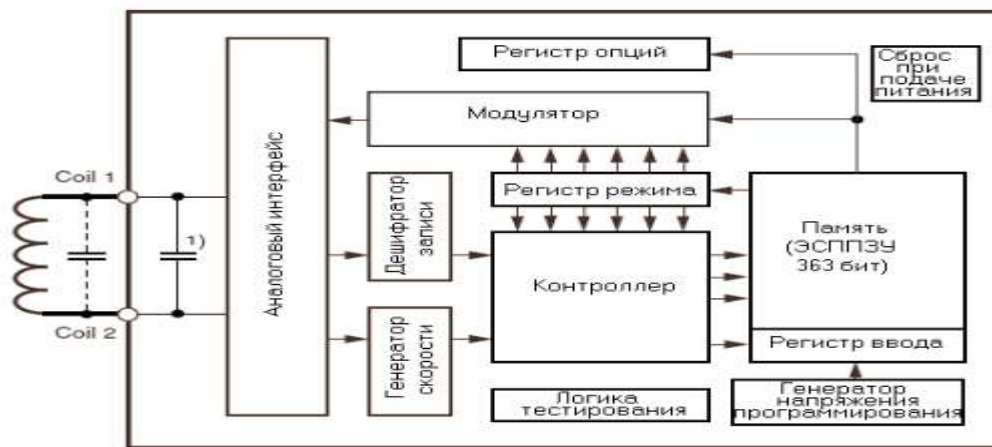


Рис. 3.2.5 – Блок схема ATA557

ATA5577 - ІС безконтактної ідентифікації з можливостями зчитування / запису (IDIC®) для застосувань, що працюють в частотному діапазоні 125 або 134 кГц. Для створення єдиного інтерфейсу живлення і двобічної передачі даних ІС необхідно підключити до однієї антеною котушці.

Базова станція (зчитувач) має можливість поблочного доступу зчитування / запису до вбудованого ЕСППЗУ розміром 363 біт (11 блоки по 33 біта в кожному).

Дані з IDIC (вихідний канал) передаються з використанням модуляції навантаженням. Це досягається шляхом ослаблення РЧ поля підключенням резистивного навантаження між двома висновками Coil 1 і Coil 2. ІС приймає і дешифрує послідовні команди базової станції (входить канал), які закодовані, як 100% -ві амплітудно-модульовані (ООК) бітові потоки з кодової фазою імпульсів. [12]

Відмінні особливості:

- безконтактне електроживлення
- Безконтактна передача даних з можливостями читання і запису
- Радіочастота від 100 до 150 кГц

- Базовий режим або розширений режим
- Сумісність з T5557, ATA5567
- Заміна для e5551 / T5551 в найбільш поширених режимах роботи
- Можливість сумісної з ISO / IEC 11784/785 конфігурації
- ЕСППЗУ розміром 363 біт: 11 блоків (32 біт + 1 біт блокування)
- Можливість роботи з антенами істотно відрізняються за добротності (за рахунок вбудованих опцій)

•Орієнтовна ціна 0.08-0.45 \$

### ***EM4469 та EM4569***

EM4469 та EM4569 - це інтегральні схеми RFOS з CMOS призначені для використання в електронних РЧ-транспондерах.

RFID IC працює на основі збору енергії з безперервного магнітного поля 125 кГц через зовнішню котушку, яка разом з вбудованим конденсатором утворює резонансну ланцюг. IC зчитує дані з свого внутрішнього EEPROM та надсилає їх, включаючи та вимикаючи а резистивне навантаження паралельно котушці. Команди та оновлення даних EEPROM можна виконати за допомогою 100% АМ модуляції магнітного поля 125 кГц.

Існує кілька варіантів швидкості передачі даних та кодування даних. Параметри зберігаються у слові конфігурації EEPROM. Доступ для читання та запису до EEPROM може бути захищений 32-бітовим паролем. Усі слова EEPROM можна захистити від встановлення бітів блокування, які перетворюють їх у режим лише для зчитування.

Він містить фабрично запрограмований і заблокований 32-бітний номер UID, тип мікросхеми та код клієнта. EM4569 повністю сумісний з EM4469. Однак EM4569 має накладені збільшені колодки, призначені для прямого з'єднання котушки з великими завадами. EM4569 також має розширений діапазон читання, що робить його особливо придатним для додатків для відстеження тварин.  
[7][14]

					<b>РТП71. 435256.001 ПЗ</b>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		28

**Block Diagram**

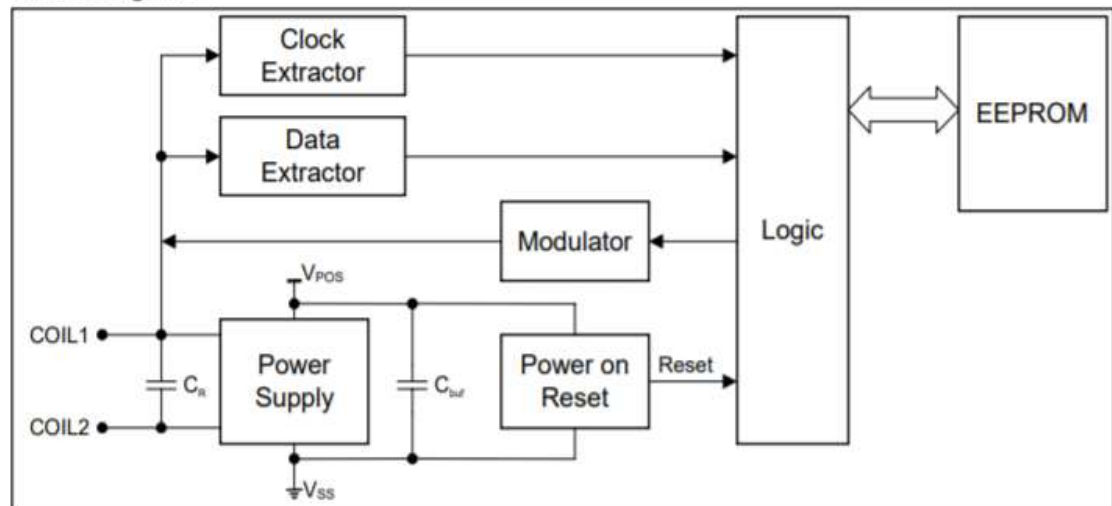


Рис. 3.2.6 – Блок схема EM4569

### Особливості

- Розширений діапазон читання (EM4569)
- 512 бітний EEPROM організований у 16 слів із 32 біт
- 32-бітний захист від читання та запису пароля
- 32-бітний унікальний ідентифікаційний номер (UID)
- 10-бітний код клієнта
- Відповідність стандарту ISO 11784/11785
- Накладені збільшені колодки (лише EM4569)
- Функція блокування перетворить слова EEPROM лише в режим читання
- Багатоцільове кодування (Манчестер, Біфаза, Міллер, PSK, FSK)
- Багатоцільова швидкість передачі даних від 1 до 32 кб
- Діапазон частот від 100 до 150 кГц
- Вбудований випрямляч і обмежувач напруги
- Не потрібен зовнішній буферний конденсатор
- Діапазон температур від -40 до + 85 ° C
- Дуже низьке енергоспоживання

- Резонансний конденсатор, інтегрований на мікросхемі (опція 330pF, 250pF для маски 75pF)

- Орієнтовна ціна на ринку 14\$

Програми

- Управління доступом

- Ідентифікація тварин відповідно до ISO FDX-B

- (EM4569)

- Матеріальна логістика

### 3.3 RFID модулі

1. TS-R32 / RW32-OEM - це компактний модуль OEM, який можна встановити в термінали збору даних та доступу.[2][7]

Він може бути оснащений RS232-TTL, USB.

Підтримуються найбільш відомі типи транспондерів 125 кГц:

Unique, Hitag1, Hitag2, HitagS, Q5, Titan, EM4569 та ATA5577



Рис 2.1 – модуль TS-R32 / RW32-OEM

2. TS-R38 / RW38 - це компактний модуль зчитування / запису з внутрішньою або зовнішньою антеною для читання або програмування майже всіх відомих транспондерів 125 кГц.[7]

Підтримуються такі типи транспондерів:

Unique, Hitag1, Hitag2, HitagS, Hitagμ, Q5, Titan, EM4305, EM4569, ATA5575 M2 та ATA5577

Доступні чотири різних інтерфейси.

- USB HID-інтерфейс

- Емуляція USB COM-порту

					РТП71. 435256.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		30

- Інтерфейс Ethernet
- інтерфейс RS232 (19200, 8 бітів даних, 1 стоп-біт, немає паритету, немає протоколу)

За бажанням, система може бути обладнана дисплеєм, зумером або базовою платиною.



Рис 2.2 – модуль TS-R38 / RW38

3. TS-RW38Plus - це гнучкий і універсальний модуль зчитування / запису з внутрішньою або зовнішньою антеною для читання або програмування майже всіх відомих транспондерів 125 кГц.[2][7]

Підтримуються такі типи транспондерів:

Unique, Hitag1, Hitag2, HitagS, Hitagμ, Q5, Titan, EM4305, EM4569, ATA5575 M2 та ATA5577

Змінні типи модуляції - це її сила:

Манчестер 4kBit / s та 2kBit / s, Biphase 4kBit / s та 2kBit / s, а також FSK2a 2,5kBit / s.

Доступні чотири різних інтерфейси.

- USB HID-інтерфейс
- Емуляція USB COM-порту
- Інтерфейс Ethernet

- інтерфейс RS232 (19200, 8 бітів даних, 1 стоп-біт, немає паритету, немає протоколу)

Проста у користуванні програма для читання та програміст на основі Windows.

За бажанням, система може бути обладнана дисплеєм, зумером або базовою пластиною.



Рис 2.3 - TS-RW38Plus

4. TS-RW68 / RW68Plus - модуль зчитування / запису в жорсткому корпусі IP65 з внутрішньою або зовнішньою антеною. За допомогою більших антен можна покращити відстань читання та швидкість.[7][8]

Підтримуються такі типи транспондерів:

Unique, Hitag1, Hitag2, HitagS, Hitagμ, Q5, Titan, EM4305, EM4569, ATA5575 M2 та ATA5577

Доступні два різні інтерфейси.

- Інтерфейс RS485

- інтерфейс RS232 (19200, 8 бітів даних, 1 стоп-біт, відсутність парності, протокол)

Також доступні 4 входи та 4 виходи для здійснення різних операцій ідентифікації та управління.

За бажанням TS-RW68 / RW68Plus може бути оснащений зумером, годинником в реальному часі, розширеною пам'яттю або GSM-модулем





Рис. 2.4 - TS-RW68 / RW68Plus

5. В якості RFID модулю який працює на частоті 13,56 МГц будемо використовувати RC522. Такі ставлять на домофонах та інших системах пропуску. Дуже зручно побудувати систему ідентифікації на такому модулі.

Характеристики:

Живлення: 3.3 В

Інтерфейс: SPI (до 10 Мб/с)

Підтримує карти: S50, S70, Pro, UltraLight, Desfire

Розміри: модуль RC522 3,9 см x 5,9 см; картка - 5,4 см x 8,5 см



Рис. 5.1.1 – модуль RC522

В якості RFID модулю який працює на частоті 125 кГц будемо використовувати модуль від компанії Parallax призначений для зчитування кодів із RFID карток та міток. Використовується в системах контролю доступу, розпізнавання осіб, в автомобільній промисловості тощо. [16] Характеристики:

Живлення: 5 В

					РТП71. 435256.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		33

Інтерфейс: UART (до 10 Мб/с)

Робоча частота: 13,56 МГц



Рис. 5.1.2 – RFID модуль від компанії “Parallax”

#### 6. RFID безпроводний модуль ISO14443A 13

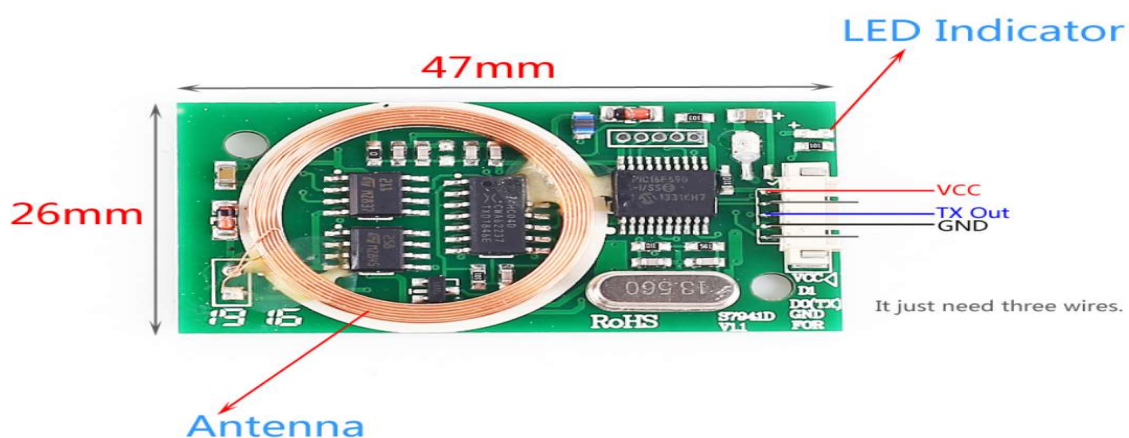


Рис 3.3.5 - безпроводний модуль ISO14443A 13

Phillips розробив карти MIFARE Ultralight для використання із зчитувачами стандарту ISO / IEC14443A. Радіоінтерфейс (MIFARE RF) відповідає частинам 2 і 3 стандарту ISO / IEC14443A. В основному Ultralight розроблений для застосування в сфері транспортних послуг в якості безконтактних квитків на одну поїздки.

Команди надсилаються зчитувачем, у відповідь на них карта змінює внутрішній стан і генерує відповідний відповідь.

Можливості:

- Безконтактна передача даних і харчування по радіоканалу (не вимагає батарей)
- Робоча відстань до 100мм (залежить від геометричних параметрів антени)
- Робоча частота: 13,56 МГц
- Швидка передача даних: 106Кбіт / сек
- Висока надійність передачі (16-бітова CRC, перевірка на парність ...)
- Справжня антиколізія (підтримка декількох карт в поле одночасно)
- 7-байтовий унікальний серійний номер
- Час типовий транзакції менше 35мс
- Швидка транзакція лічильника: менш 10мс
- Ціна на ринку 5.43\$

### Висновок

Для того щоб розробити пристрій для копіювання RFID міток на частотах 125 кГц і 13,56 МГц за основу взято 2 RFID модуля зчитування/запису інформації, а саме їх антени та мікросхеми MFRC522 і EM4095HMSO16, які забезпечують формування необхідних RFID сигналів та передачу інформації далі на мікроконтролер.

					<b>РТП71. 435256.001 ПЗ</b>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		35

#### 4 СТРУКТУРНА СХЕМА ПРИСТРОЮ

Структурна схема двочастотного пристрою зчитування-запису RFID міток показана на рис. 4. Блок живлення подає напругу 5 В на блок генерування та приймання RFID сигналів, який працює на 125 кГц з інтерфейсом UART, на перетворювачі рівнів, блок керування та нерегульований перетворювач напруги, який в свою чергу перетворює напругу із 5 В на 3.3 В. Напруга 3.3 В потрібна для живлення блоку генерування та приймання RFID сигналів який працює на частоті 13,56 МГц із інтерфейсом SPI.

Інформація на даних частотах приймається від антени блока генерування та приймання RFID сигналів і переноситься в блок керування де копіюється та передається на той чи інший блок генерування та запису сигналів (в залежності від того, на якій частоті потрібно перезаписувати данні) та записується блоком генерування та приймання RFID сигналів через антенну на потрібний транспондер чи RFID карту.

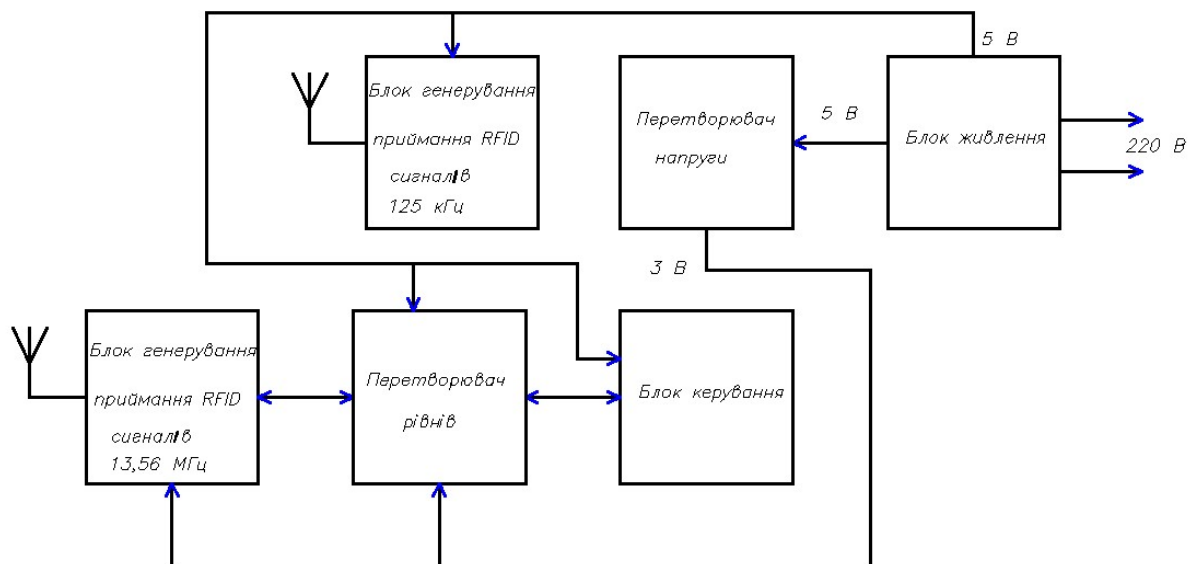


Рис. 4 – Структурна схема двочастотного пристрою зчитування-запису RFID міток

## 5 ВИБІР ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ

### 5.1 Вибір RFID модулів

Для того щоб зробити модуль який буде працювати на частоті 13,56 МГц будемо використовувати MFRC522. Схема підключення та розпіновка показана на рис. 5.1.1 та рис. 5.1.2.

MFRC522 - це високо інтегрований мікроконтролер для зчитування / запису для безконтактного обміну інформацією на 13,56 МГц. Зчитувач MFRC522 підтримує режим ISO / IEC 14443 A / MIFARE.[19]

Внутрішній передавач MFRC522 здатний керувати антеною зчитування / запису, призначеною для зв'язку з ISO / IEC 14443 A / MIFARE картками та транспондерами без додаткової активної схеми. Модуль приймача забезпечує надійну та ефективну реалізацію. Демодуляція та декодування сигналів від сумісних карт та транспондерів, сумісних з ISO / IEC 14443 A / MIFARE. Цифровий модуль керує повною функцією ISO / IEC 14443 та виявлення помилок (паритетності та CRC).

MFRC522 підтримує продукти MF1xxS20, MF1xxS70 та MF1xxS50. MFRC522 підтримує безконтактний зв'язок і використовує більш високі швидкості передачі MIFARE до 848 кБд в обох напрямках.

Надані наступні хост-інтерфейси:

- Послідовний периферійний інтерфейс (SPI)
- Послідовний UART (подібно до RS232 з рівнями напруги, залежними від напруги живлення контактів)
- Інтерфейс I2C-шини

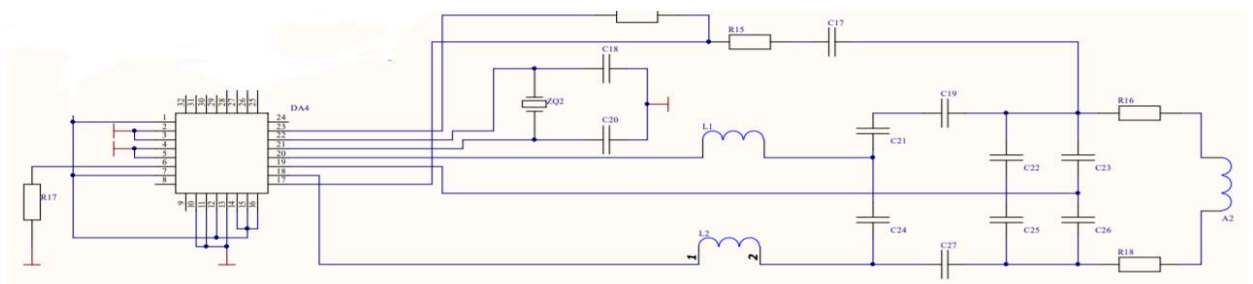


Рис. 5.1.1 – схема підключення MFRC522

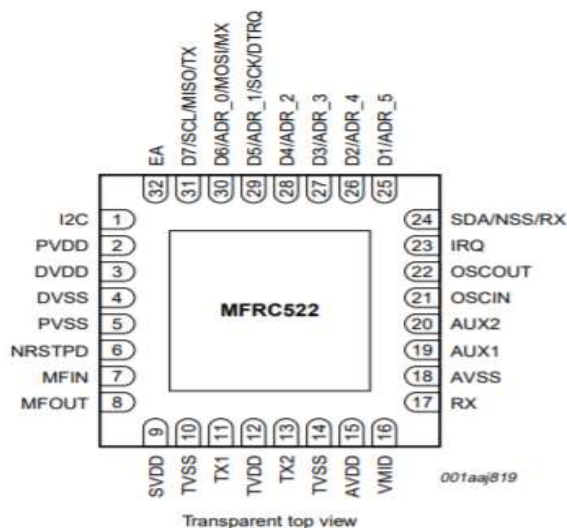


Рис. 5.1.2 – розпіновка MFRC522

В якості аналогів можна використовувати CY8C27143, CY8C27243, CY8C27443, CY8C27543 і CY8C27643.

SM130 - це компактний 13,56 МГц RFID модуль читання / запису, розроблений для стандарту ISO14443A і підтримує Mifare Classic 1K, MifareClassic 4K і Mifare Ultralight транспондери. Він керується зовнішнім пристроєм через шину UART та / або I2C з простими протоколами, визначеними в цьому аркуші. Він має 2 входи загального призначення та 2 виходи загального призначення для розширення підрахунку вводу / виводу системи і може використовуватися для зчитування комутаторів та управління реле, лампами тощо.[20]

В якості модуля, який працює на частоті 125 кГц, будемо використовувати мікросхему EM4095. На рис 5.1.3 показано схему підключення.[21]

Мікросхема EM4095 (раніше названа P4095) - це CMOS інтегральна схема приймача, призначена для використання в базовій станції RFID для виконання наступних функцій:

- керування антени з частотою несучої
- АМ модуляція поля для записуваного транспондера
- АМ демодуляція сигналу, що індукований транспондером

- взаємодії з мікропроцесором через простий інтерфейс.

#### Особливості

1. Вбудована система PLL для досягнення самоадаптивної несучої частоти до резонансної частоти антени
2. Зовнішній кварц не потрібен
3. Діапазон частот несучої частоти від 100 до 150 кГц
4. Пряме управління антеною за допомогою мостових драйверів
5. Передача даних ООК (100% амплітудна модуляція) за допомогою драйвера моста.

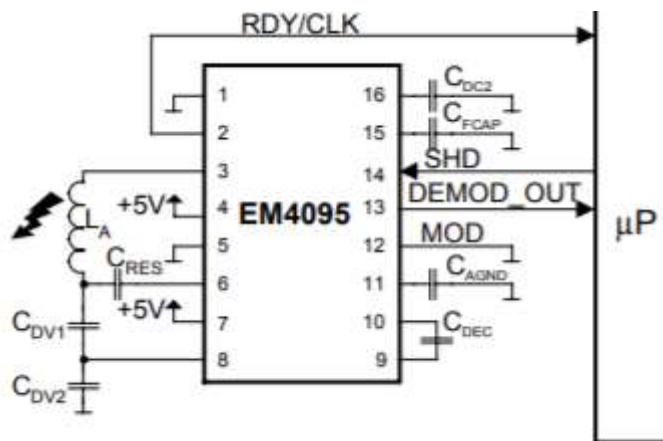


рис 5.1.3 – підключення EM4095

## 5.2 Вибір мікроконтролера

Так як двочатотний пристрій для генерації та запису RFID міток має в основі два модуля, які працюють на різних частотах та мають різний інтерфейс – SPI та UART. Отже для блоку керування був вибраний мікроконтролер Atmega168, який підтримує два цих інтерфейси.[17]

Характеристика:

- Напруга живлення – 5 В
- Лічильник реального часу з окремим осцилятором
- Шість каналів ШІМ
- 8-канальний 10-бітний АЦП в TQFP та QFN / MLF пакеті
- 6-канальний 10-бітний АЦП в PDIP-пакеті
- Програмований серійний USART

- послідовний інтерфейс головного / підлеглого SPI
- 2-провідний послідовний інтерфейс, орієнтований на байт (Philips I2C сумісний)
- Програмований сторожовий таймер з окремим генератором на мікросхемі
- аналоговий компаратор на мікросхемі
- Переривання та пробудження при зміні штифтів

					РТП71. 435256.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		40



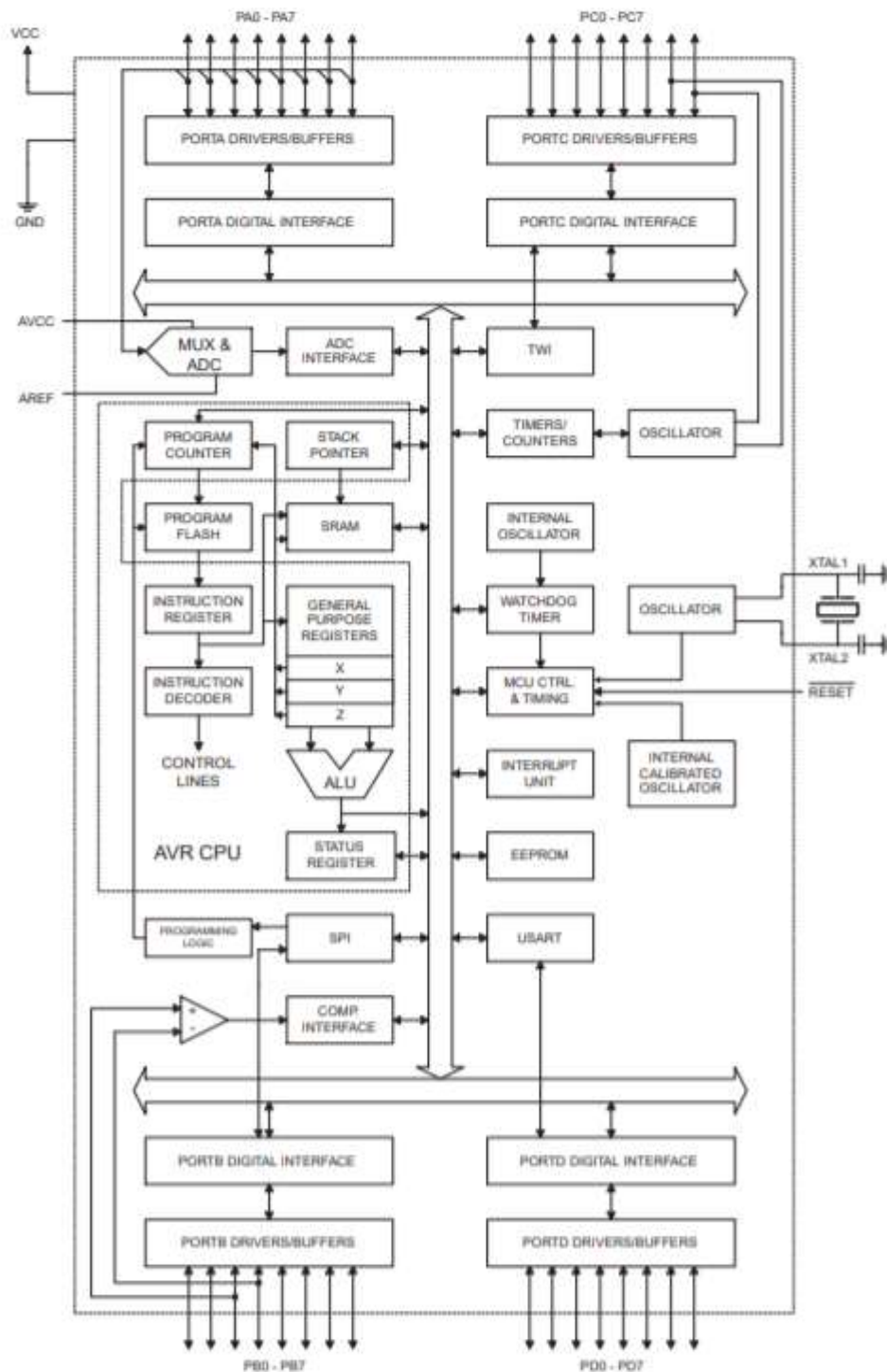


Рис. 5.2.1 – блок схема мікроконтролера atmega168

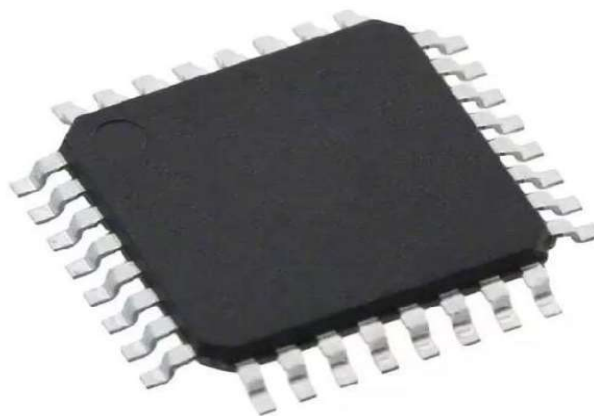
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

РТП71. 435256.001 ПЗ

Лист

41

Рис. 5.2.2 –  
мікроконтролер atmega168



### 5.3 Вибір перетворювача рівнів

Перетворювач рівнів на основі транзисторів BSS138 досить простий у використанні і вимагає тільки підключення двох джерел живлення (з високою і низькою напругами, які використовуються у проекті). Висока напруга (5В) підключається до виводу 'HV', низька напруга (3.3В) - до виводу 'LV', а загальна точка схеми - до виводу 'GND'.

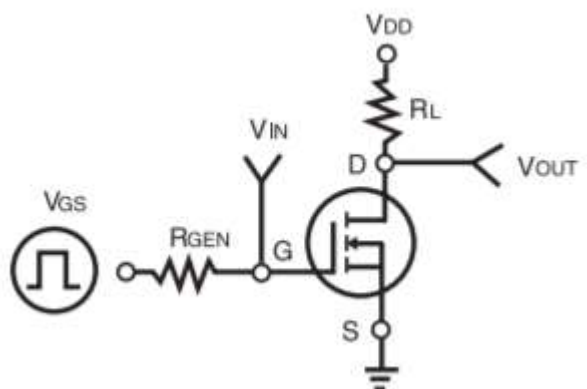


Рис 5.3.1 - Перетворювач рівнів – схема включення

### 5.4 Вибір резисторів

Резистор – пасивний елемент електричного ланцюга, який характеризується тільки опором електричному струму, тобто для ідеального резистора у будь-який момент часу повинен виконуватися закон Ома: миттєве значення напруги на резисторі пропорційно струмові, що проходить через нього. Діапазон робочих опорів резисторів загального призначення лежить у межах від 0,1 Ом до 10 kОм, Резистори випускаються з допустимими відхиленнями опору від номінального  $\pm 1, \pm 2, \pm 5, \pm 10, \pm 20\%$ .

При виборі резисторів враховуємо наступні показники:

- електричні характеристики;
- вартість;
- надійність;
- конструктивні характеристики;
- гранична температура роботи;

Існує багато типів резисторів. У роботі ми будемо використовувати резистори поверхневого монтажу так як вони значно менше ніж звичайні резистори, замість дротових виводів мають невеликі контакти, що позбавляє потребу робити отвори на платі тим самим дозволяє більш ефективно використовувати всю її поверхню.

Так як жоден тип резисторів не переважає над іншими за всіма показниками, то при виборі оптимального типу резистора варто керуватися компромісним варіантом. Використовуємо резистори типорозміру 0805 та 1206. Паяються такі резистори за допомогою термоповітряної паяльної станції.

## 5.5 Вибір конденсаторів

До пасивних електронних компонентів відносять і конденсатори. Високоякісні електричні параметри дають можливість застосовувати конденсатори скрізь там, де важливі стійкість і якість. Електролітичний конденсатор з великою ємкістю згладжує низькочастотні пульсації напруги на шині живлення. Використання електролітичних конденсаторів доцільне в ланцюгах постійного струму. З ціллю підвищення надійності та довговічності конденсаторів в усіх можливих випадках слід використовувати полегшений режим за напругою. При виборі конденсаторів необхідно враховувати, що на такі параметри, як надійність та довговічність значно впливає температура та вологість навколишнього середовища. При підвищенні температури

					<b>РТП71. 435256.001 ПЗ</b>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		43

прискорюється процес старіння, знижується опір ізоляції, змінюється ємність, знижується електрична міцність.

Вибір конденсаторів здійснюємо так само, як і резисторів. Вибираємо SMD конденсатори у корпусі 0805 та 1206.

### 5.6 Вибір світлодіодів

Для виводу інформації щодо стану копіювання інформації транспондера. Марка АЛ336К червоний. Струм споживання 20мА. Робоча напруга 2.8В. Зображення та схема включення показані на рис. 5.6.1 та 5.6.2 відповідно.



Рис 5.6.1. Зображення світлодіода АЛ336К

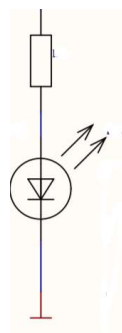


Рис 5.6.2. Схема включення світлодіода АЛ336К

### 5.7 Вибір кнопок

Для початку копіювання та запису на RFID мітку будемо використовувати кнопку SMD 3x6 h2.5 на 4 виводи (рис 5.7.1), які відповідає вимогам ергономіки та естетики і є зручна у використанні. Схема підключення показано на рис. 5.7.2.



Рис.5.7.1 – кнопка SMD 3x6 h2.5

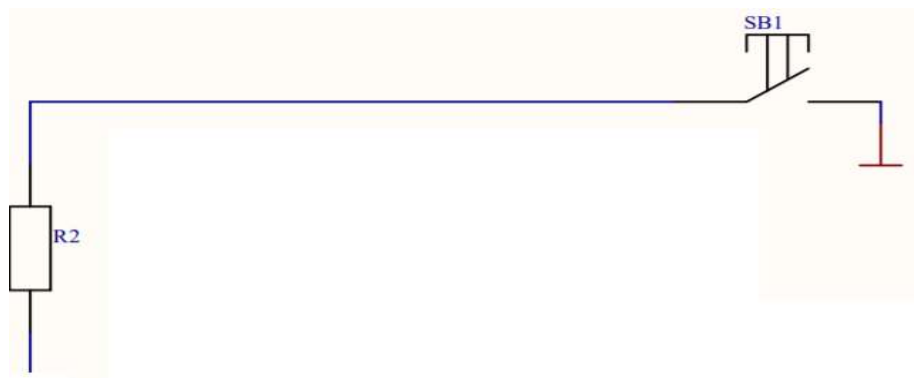


Рис.5.7.2 – Схема підключення кнопки SMD 3x6 h2.5

## 5.8 Вибір перетворювача напруги

В якості перетворювача напруги вибираємо за основу мікросхему AMS1117-3.3, яка перетворює напруги із 5 В до 3.3 В. Зображення мікросхеми та схеми включення представлено на рис 5.8.1 та рис. 5.8.2 відповідно.[21]

Серія AMS1117 з регульованими та фіксованими регуляторами напруги розроблена таким чином, щоб забезпечити вихідну силу струму 800 мА. Вихідна напруга пристрою максимум 1,3 В при максимальному вихідному струмі, зменшується при менших струмах навантаження.

Обробка на мікросхемі регулює опорну напругу до 1%. Межа струму також обмежена, мінімізуючи напругу в умовах перевантаження як на регуляторі, так і на схемі джерела живлення.

Пристрої AMS1117 сумісні з іншими регуляторами SCSI і пропонуються в низькопрофільному поверхневому кріпленні SOT-223 та в пластиковому корпусі TO-252 (DPAK).

					РТП71. 435256.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		45

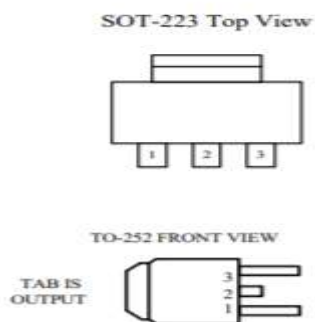


Рис 5.8.1 –AMS1117-3.3

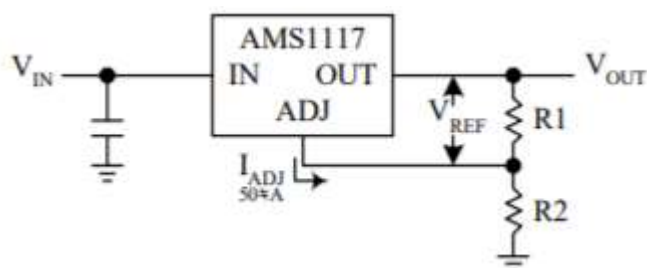


Рис 5.8.2 –AMS1117-3.3 – схема включення

## 5.9 Вибір блока живлення

Блок живлення вибираємо такий щоб міг забезпечити напругу живлення на виході 5 В та струм споживання згідно із формули 5.9.1

$$I_{\text{бж}} = I_{\text{max1}} + I_{\text{max2}} + I_{\text{max3}}, \quad (5.9.1)$$

де  $I_{\text{max1}}$ ,  $I_{\text{max2}}$ ,  $I_{\text{max3}}$  - максимальні споживчі струми мікросхем, atmega168, EM4095 та MFRC522/

$$I_{\text{бж}} = 0.092 + 0.087 + 0.1 = 0.279 \text{ A}$$

Отже для наших вимог підходить блок живлення на 5V та 0.3A зображення якого показано на рис. 5.9.1. Орієнтовна ціна на ринку 80 грн



Рис. 5.9.1 – блок живлення для ефірного приймача DVB-T2

### Висновок

Елементна база обиралась із врахування економічності, малих габаритів та виконанням потрібних функцій. Мікроконтролер вибираємо Atmega168 який може керувати двома вище згаданими мікросхемами які працюють через різний інтерфейс – SPI та UART відповідно. Для взаємодії мікроконтролера із MFRC522 будемо використовувати перетворювачі рівнів на основі транзисторів BSS138 . Блок живлення буде подавати напругу 5 В на мікроконтролер та на перетворювач напруги із 5 В на 3.3 В які потрібно для живлення мікросхем. Для вводу/виводу інформації будемо використовувати 2 світлодіоди та кнопку.

					РТП71. 435256.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		47

## 6 СХЕМА ЕЛЕКТРИЧНО-ПРИНЦИПОВА

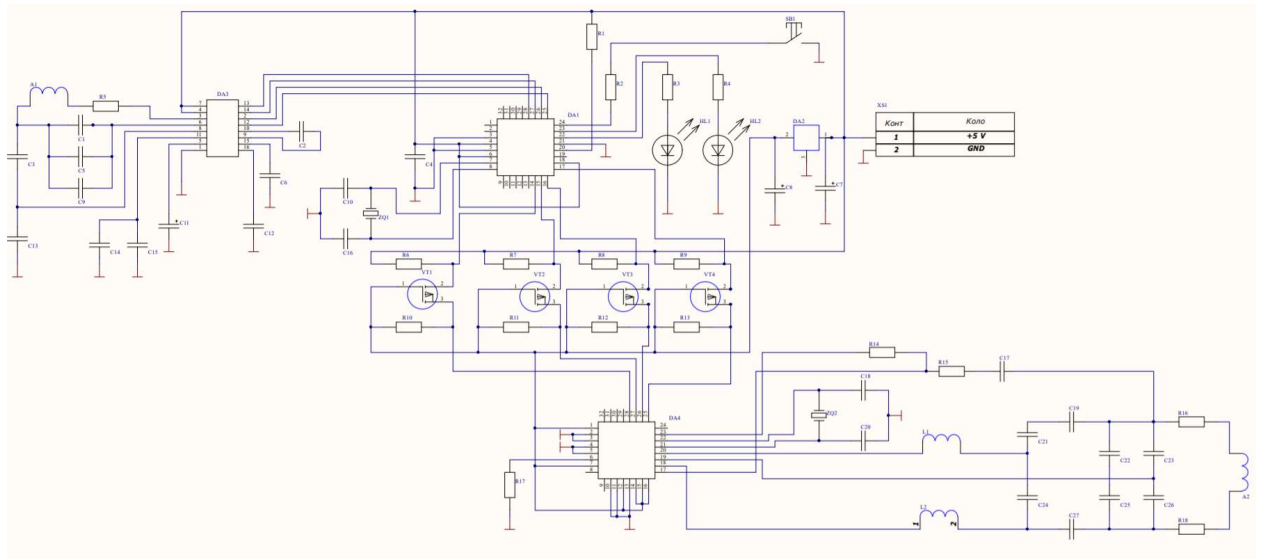


Рис. 6.1 – Схема електрично-принципова двочастотного пристрою зчитування-запису RFID міток

Електрично-принципова схема двочастотного пристрою зчитування-запису RFID міток зображена на рис. 6.1. В основі пристрою, що розробляється, є мікроконтролер Atmega168 DA1, який використовується для керування пристроєм, до нього під'єднані два світлодіода HL1 та HL2, які використовуються для індикації початку та закінчення зчитування та запису даних. До мікроконтролера DA1 під'єднанні через послідовний інтерфейс UART мікросхема DA3, яка лежить в основі блока генерування та зчитування інформації на 125 кГц. Також до мікроконтролера DA1 через послідовний інтерфейс SPI під'єднано мікросхема DA4, яка є основною частиною блока генерування та зчитування інформації на 13,56 МГц. Між DA1 та DA4 забезпечено перетворення рівнів сигналів на транзисторах VT1 – VT4 (BSS138).

Живлення на пристрій подається від блока живлення - 5В яке живить безпосередньо DA1 і DA3 та через перетворювач напруги із 5В до 3.3 В подається на DA4.



## 7 ПРОЕКТУВАННЯ ДРУКОВАНОЇ ПЛАТИ

### 7.1 Розрахунок необхідної площі плати і вибір її розмірів

Для виготовлення друкованої плати даного пристрою вибирається субтрактивний комбінований позитивний метод.

Розрахуємо сумарну площу, яку займають радіоелементи на друкованій платі. Занесемо дані про габарити радіоелементів у таблицю 7.1

Таблиця 7.1 — Данні для розрахунку площі плати

Компонент	Кількість шт.	Установчі розміри, мм.	Тип корпусу	Довжина виводів, мм	Сумарна площа, мм <sup>2</sup>
Мікросхема Atmega168	1	9×9	TQFP-32	0.35	81
Мікросхема MFRC522	1	8,25×8.1	LFP32_L	0.5	66,825
Мікросхема EM4095HMSO 16	1	9,93×3,94	SO-16	0.35	39,1242
Світлодіод	2	6,2×27	АЛ336К	15	334,8
Кнопка	1	5,2×16,7	ВКн-1	3	86,84
Конденсатори	10	2.0×1.25	SMD 0806	2.5	25
Конденсатори	9	3,2×1,6	SMD 1206	2.5	46,08
Конденсатори	3	6,3×4,2	CAP_EL	2.5	79,38
Резистори	7	2.0×1.25	SMD 0806	2.5	17,5
Резистори	12	3,2×1,6	SMD 1206	2.5	61,44
Транзистори BSS138	4	2,5×3	SOT23-3-BEC	0,61	30
Резонатор	2	10,24×3,7	HC-49S	0,5	75,776
Роз'єм	1	15,6×11,7	YX-XH-2	3	182,52
Мікросхема AMS1117	1	8.6×12,33	SOT23-3	0.35	106,04
Котушка	2	2.0×1.25	SMD 0805	2.5	5

Визначивши встановлювану площу кожного ЕРЕ, визначається необхідна площа для їх встановлення визначається за формулою 7.1

$$S_M = S_{MG} + 1,5S_{CG} + 2S_{KG}, \quad (7.1)$$

де  $S_{MG}$  – площа малогабаритних ЕРЕ;

$S_{CG}$  – площа середньогабаритних ЕРЕ;

$S_{KG}$  – площа крупногабаритних ЕРЕ.

$$S_{MG} = 293,058 \text{ [мм}^2\text{]};$$

$$S_{CG} = 730,08 \text{ [мм}^2\text{]};$$

$$S_{KG} = 604,16 \text{ [мм}^2\text{]};$$

$$S_M = 293,058 + 1,5 \times 730,08 + 2 \times 604,16 = 1895 \text{ [мм}^2\text{]};$$

Сумарна площа плати за формулою 7.2 складає

$$S_{II} = S_M + S_{\partial}; \quad (7.2)$$

де  $S_{\partial}$  – площа допоміжних зон,  $S_{\partial}$  враховуючи площу крипильних отворів, там сам конструктив ДП, допоміжна зона складає  $1300 \text{ мм}^2$

$S_M$  – необхідна площа для встановлення всіх ЕРЕ на плату

$$S_{II} = 1895 + 1300 = 3195 \text{ [мм}^2\text{]};$$

## 7.2 Розрахунок параметрів друкованого монтажу

Для проектування даної друкованої плати більш доцільно підходить другий клас точності. Його застосовують для ОДП та ДДП з дискретними ЕРЕ при низькій та середній щільності їх компоновки.

За щільністю розміщення провідникового рисунку вибирається другий клас щільності.

Діаметри монтажних та перехідних отворів необхідні для виготовлення даної друкованої плати згідно ОСТ4.070.010-78 приведені в таблиці 7.2.

Таблиця 7.2 — Рекомендовані діаметри отворів

					РТП71. 435256.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		50

Діаметр, мм		Діаметр контактного майданчика	Мінімальна відстань між центрами отворів
виводу ЕРЕ	отвору	мм	мм
0,8;0,9	1,3	3,0	3,75
1,0;1,1	1,5	3,0	3,75

- діаметри контактних майданчиків доцільно вибирати з ряду рекомендованих за ГОСТ 10317-79. Для кожного контактного майданчика перевіряється виконання умови

$$D \geq D_{\min}, \quad (7.3)$$

де  $D_{\min}$  - найменший номінальний діаметр контактного майданчика.

$$D_{\min} = (d_o + \Delta d_{\text{в.о.}}) + 2b + \Delta t_{\text{в.о.}} + (T_d^2 + T_D^2 + \Delta t_{\text{н.о.}}^2)^{1/2} \quad (7.4)$$

де  $d_o$  - діаметр отвору

$\Delta d_{\text{в.о.}}$  - верхнє граничне відхилення діаметру отвору;

$b$  - гарантійний поясок, мм;

$\Delta t_{\text{в.о.}}$  - верхнє граничне відхилення діаметру контактного майданчика;

$T_d$  - значення позиційного допуску розташування осей отворів у діаметральному вираженні;

$T_D$  - значення позиційного допуску розташування центрів контактних майданчиків у діаметральному вираженні;

$\Delta t_{\text{н.о.}}$  - нижнє граничне відхилення діаметру контактного майданчика та ширини друкованого провідника.

$$D_{\min 2} = (1,3 + 0,1) + 2 \cdot 0,2 + 0,15 + (0,15^2 + 0,25^2 + 0,15^2)^{1/2} = 2,64 [\text{мм}];$$

$$D_{\min 3} = (1,5 + 0,1) + 2 \cdot 0,2 + 0,15 + (0,15^2 + 0,25^2 + 0,15^2)^{1/2} = 2,84 [\text{мм}];$$

					РТП71. 435256.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		51

- діаметри контактних майданчиків вибираються

$$D_2 = D_3 = 3 \text{ мм};$$

- конструктивно-технологічний розрахунок ширини  $t_1$  друкованих провідників.

Номінальне значення ширини провідника у вузькому місці

$$t_{1y.m.} = t_{m.o.} + |\Delta t_{n.o.}|; \quad (7.5)$$

де  $t_{m.o.}$  – мінімальна допустима ширина провідника у вузькому місці;

$\Delta t_{n.o.}$  - нижнє граничне відхилення діаметру контактного майданчика та ширини друкованого провідника.

$$t_{1y.m.} = 0,45 + |0,15| = 0,60 [\text{мм}].$$

Мінімальна допустима ширина провідника у вільному місці  $t_{m.o.}$  береться на клас нижче

$$t_{m.o.} = 0,75 + |0,15| = 0,90 [\text{мм}].$$

- розрахунок максимальної ширини провідників  $t_2$  за електричними режимами по постійному струму. Ширину провідників розраховують, враховуючи два фактори: допустиму щільність струму в провіднику та допустиме падіння напруги па провіднику. Для побутової РЕА щільність струму в провіднику –  $20 \text{ (А/мм}^2\text{)}$ . Допустимим падінням напруги вважається 1–3% від прикладеної. [18]

$$t_2 \geq \frac{L \cdot I_{\max} \cdot \rho}{0,03 \cdot h_{\phi} \cdot U}, \quad (7.6)$$

де  $h_{\phi}$  - товщина фольги, мм;

$U$  - прикладена напруга, В;

$L$  - довжина провідника, м;

$I_{\max}$  - допустимий струм, А;

$\rho$  - питомий опір провідників.

					РТП71. 435256.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		52

$$t_2 \geq \frac{0,44 \times 0,15 \times 0,0175}{0,03 \times 0,035 \times 5} = 0,154[\text{мм}]^2$$

$$t_2 \geq \frac{0,44 \times 0,11 \times 0,0175}{0,03 \times 0,035 \times 3,3} = 0,104[\text{мм}]^2$$

**Висновок до розділу :** для пристрою ,що проектується, обирається двостороння друкована плата з розмірами (111x29) мм. Мінімальна ширина силових провідників 0,154 мм, а максимальна ширина провідника 0,160 мм, мінімальна ширина сигнальних провідників 0,104 мм, а максимальна ширина провідника 0,110 мм. Плата розробляемого приладу зображена на рис. 7.2.1

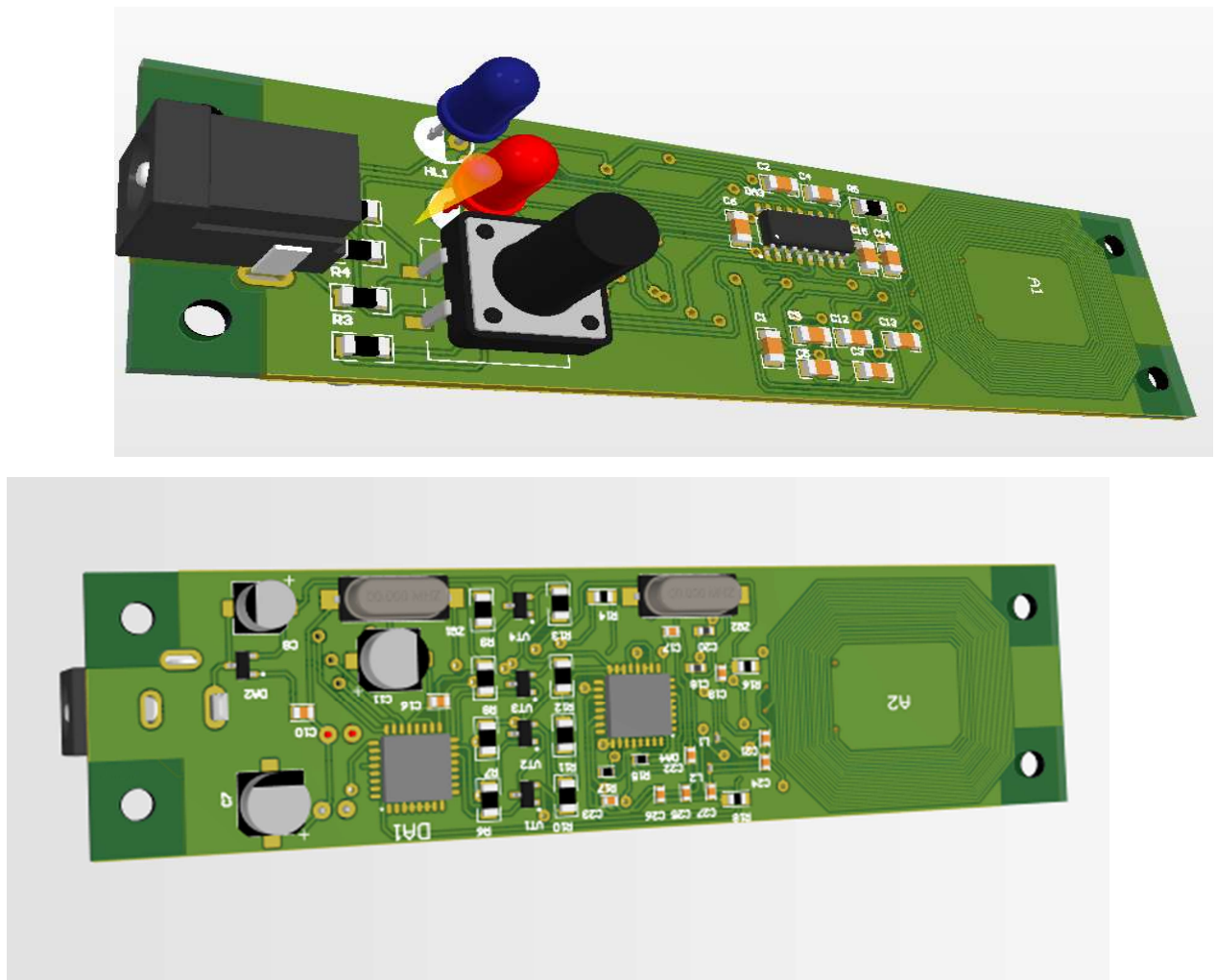


Рис. 7.2.1 – Двохстороння плата двочототного присторою зчитування – запису RFID міток

## 8 РОЗРАХУНКИ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ

### 8.1 Завдання

- виконати остаточний розрахунок надійності пристрою для мінімальних і максимальних величин інтенсивності відмов РЕ та часу відновлення їх працездатного стану;
- для розрахунку надійності визначити умови експлуатації і вид РЕА, обґрунтувати і визначити всі допущення і математичні співвідношення, які будуть прийняті при розрахунках;
- визначити показники надійності відповідно до вивченої методики проведення остаточного розрахунку надійності за ДСТУ-2862-94;
- провести аналіз отриманих показників надійності і при необхідності привести оптимальні шляхи її підвищення на етапі проектування.[18]

### 8.2 Вихідні дані та теоретичне обґрунтування

- схема електрична принципова джерела живлення(приведена на схемі РТ-п71. 435256.001 ЕЗ);
- температура РЕ оцінюється шляхом аналізу роботи схеми ЕЗ без проведення теплових розрахунків;
- режими електричних навантажень РЕ вибираються рекомендованими без проведення повного електричного розрахунку схеми пристрою;
- при визначенні характеристик відмов вважається, що період припрацювання вже пройшов, а період старіння і спрацювання ще не настав;
- при відсутності в довідникових даних величин  $k_i$  та  $\alpha_1$  для деяких РЕ вони рівні 0,5; при відсутності значення  $T_e$  – рівні 0,2...1,0 год.

Визначення мінімального напрацювання на відмову  $T_{p.min}$ .

За умовами експлуатації та категорією розміщення пристрій відноситься до 1 групи наземної професійної РЕА (апаратура, що експлуатується в опалюваних наземних і підземних приміщеннях), число радіоелементів менше

					РТП71. 435256.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		54

1000, прилад проектується на напівпровідникових пристроях в якому менше 5% інтегральних мікросхем, норма надійності такої РЕА становить  $T_{p.\max} = 2500 \text{ год}$ , звідси  $T_{0,99 p.\min} = 25 \text{ год}$ .

Виходячи з призначення, пристрій за періодичністю обслуговування належить до обслуговуваних пристроїв, а за характером виконуваних функцій – до відновлюваних. Відновлювана система у разі відмови і поладження продовжує виконувати перервану функцію.[18]

### 4.3 Розрахунки

4.3.1 Розрахунок інтенсивності відмов пристрою за реальних умов експлуатації

Всі елементи пристрою діляться на групи однотипних; у межах однієї групи  $j$  інтенсивності відмов елементів і середній час відновлення працездатного стану однакові для всіх РЕ. Дані заносяться в таблицю 4.1.

Інтенсивність відмов пристрою без урахування категорії РЕА (умов експлуатації об'єкта встановлення).

$$\lambda'_{\min} = \sum_{j=1}^m \lambda_{j\min}; \quad (4.1)$$

де  $\lambda_{j\min}$  – мінімальна інтенсивність відмов групи в реальних умовах

$$\lambda_{\min} = 6,6449$$

Таблиця 4.1 — Дані розрахунку інтенсивності відмов пристрою

Номер групи j, назва і тип ЕРЕ	Позначення на схемі ЕЗ	Кількість в групі Nj, шт	Інтенсивність відмов для нормальних умов, $\lambda_{0i}$ , $10^{-6}$ 1/год		Середній час відновлення ЕРЕ, Tвi, год		T, °C	кн	ai	Інтенсивність відмов групи в реальних умовах, $\lambda_j = N_j a_i \lambda_{0i}$ , $10^{-6}$ , 1/год		Середній час відновлення групи Tвj = Nj Tвi, год	
			Min	max	min	max				min	max	min	max
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1 Конденсатор електролітичний	C7,C8,C11	3	0,005	0,90	0,4	1,7	20	0,7	0,65	0,0975	1,755	1,2	5,1
2 Кнопка	SB1	1	0,0300	0,60	0,2	1,00	20	0,5	0,10	0,0300	0,60	0,2	1,0
3 Конденсатори SMD	C1-C6,C9,C10, C12-C19	19	0,0030	0,07	0,10	0,07	20	0,7	0,80	0,057	1,33	1,9	1,33
4 Резистори SMD	R1-R19	19	0,0040	0,08	0,20	0,09	20	0,7	0,80	0,076	1,52	3,8	1,71
5 Транзистори	VT1-VT4	4	0,3000	0,30	0,30	1,5	20	0,5	0,35	1,2000	1,20	1,2	6,0
6 Резонатори	ZQ1,ZQ2	2	2,0000	10,00	0,2	0,80	20	0,7	0,58	4	20	0,4	1,6
7 Роз'єми	XS1	1	0,0300	0,60	0,2	1,00	20	0,5	0,10	0,0300	0,60	0,2	1,0
8 Котушка індуктивності	L1,L2	2	0,0400	0,85	0,50	1,90	20	0,7	0,80	0,08	1,7	1	3,8
9 Світлодіоди	HL1,HL2	2	0,0500	1,10	0,3	1,50	20	0,7	0,58	0,1000	2,20	0,6	3,0
10 Мікросхема EM4095HMSO16	DA3	1	0,5000	0,50	1,50	3,50	20	0,5	0,45	0,2250	0,225	1,50	3,50
11 Мікросхема MFRC522	DA4	1	0,5000	0,50	1,50	3,50	20	0,5	0,45	0,2250	0,225	1,50	3,50
12 Мікросхема Atmega168	DA1	1	0,5000	0,50	1,50	3,50	20	0,5	0,45	0,2250	0,225	1,50	3,50
13 Мікросхема AMS1117	DA2	1	0,4600	0,46	1,50	3,50	20	0,5	0,45	0,2070	0,207	1,50	3,50
14 Плата друкована	-	1	0,1000	0,10	0,2	1,00	20	0,5	0,50	0,0500	0,05	0,2	1,0
15 Пайки з'єднувальні	-	212	0,0002	0,04	0,2	0,2	20	0,5	0,50	0,0424	8,48	42,2	42,2
										6,6449	40,317	58,9	81,74



$$P_{\min}(t) = e^{-\lambda_{\max} t}; \quad (4.7)$$

$P_{\max}(10) = 0,99998;$        $P_{\min}(10) = 0,99992;$   
 $P_{\max}(100) = 0,99987;$        $P_{\min}(100) = 0,99921;$   
 $P_{\max}(1000) = 0,99877;$        $P_{\min}(1000) = 0,99215;$   
 $P_{\max}(3000) = 0,99631;$        $P_{\min}(3000) = 0,97663;$   
 $P_{\max}(7000) = 0,96695;$        $P_{\min}(7000) = 0,94633;$   
 $P_{\max}(10000) = 0,98777;$        $P_{\min}(10000) = 0,92422;$   
 $P_{\max}(30000) = 0,96377;$        $P_{\min}(30000) = 0,78946;$   
 $P_{\max}(50000) = 0,94035;$        $P_{\min}(50000) = 0,67435;$   
 $P_{\max}(100000) = 0,88426.$        $P_{\min}(100000) = 0,4547.$

Графік ймовірності безвідмовної роботи зображено на рисунку 4.1.

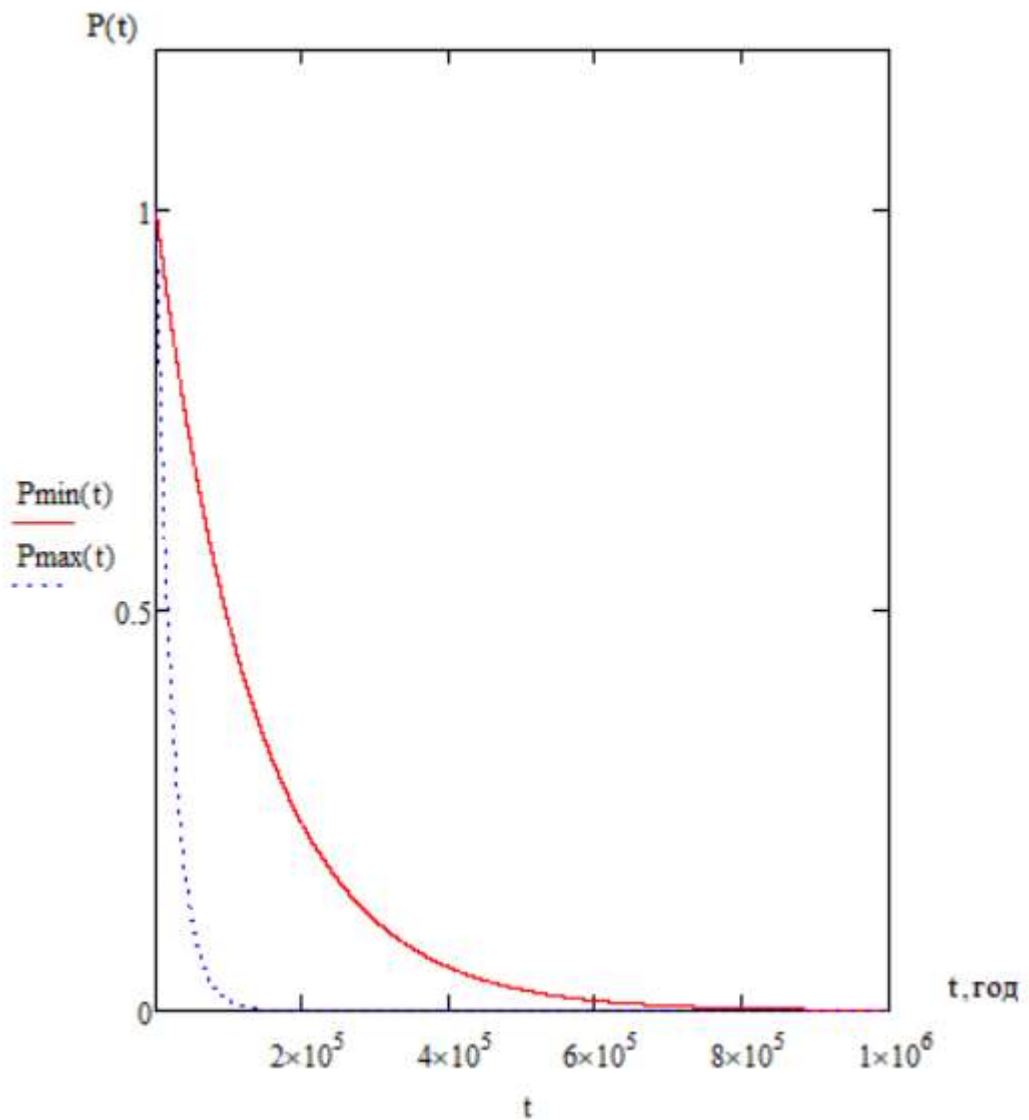


Рисунок 4.1— Ймовірність безвідмовної роботи пристрою

- відсоткове напрацювання до відмови  $\gamma$  – це час, на протязі якого ймовірність безвідмовної роботи буде не нижчою наперед заданого рівня гарантійної ймовірності  $\gamma=0,99$ .

$$T_{0,99\min} \approx T_{cp.\min}(1-\gamma); \quad (4.8)$$

$$T_{0,99\min} \approx 12234 (1 - 0,99) = 1223,4 \text{ год}$$

$$T_{0,99\max} \approx T_{cp.\max}(1-\gamma); \quad (4.9)$$

$$T_{0,99\max} \approx 16978 (1 - 0,99) = 1698 \text{ год}$$

### Висновок

В результаті розрахунку показників надійності: було розраховано інтенсивність відмов(мінімальна  $7,30939 \cdot 10^{-6}$  1/год. та максимальна  $44,3487 \cdot 10^{-6}$  1/год) пристрою; розраховано напрацювання до відмови (мінімальне значення 1223,4 год. , максимальне 1698год.)

Представлені показники показують, що вибрана елементна база, в процесі конструкторської розробки пристрою, метод і принцип компоновки задовільнили середнє напрацювання на відмову та мінімальне значення відновлення працездатного стану згідно ТЗ.

					РТП71. 435256.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		59

## 9 ОГЛЯД ГОТОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ

При розробці корпусу треба брати до уваги наступні параметри :

- елементна та технологічна база;
- принцип компоновки схеми, спосіб розміщення схеми в корпусі приладу;
- зовнішнє оформлення схеми;
- ергономіка та дизайн;

Принципи компоновки дають можливість виготовляти різні за конструкцією прилади: одноплатні, модульні, функціонально-модульні. Використання різної елементної бази також впливає на конструкцію приладу.

Плата розташована на стійках механічно закріплюється в корпусі через отвори. Прилад спроектовано на платі з двостороннього склотекстоліту розмірами 111 x 29мм. Плата в середині корпусу має горизонтальну орієнтацію, рисунок 9.1

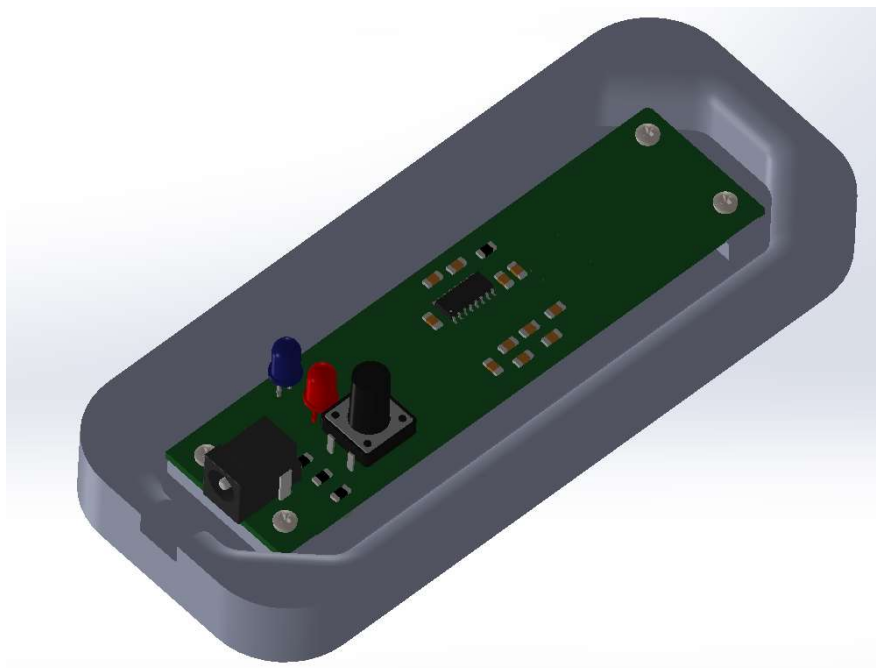


Рис. 9.1 – Розташування плати в корпусі

					<b>РТП71. 435256.001 ПЗ</b>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		60

Якість зовнішнього оформлення залежить від того, наскільки вдало засобами дизайну забезпечується єдність форми. Виріб, або його елементи можуть бути статичні, динамічні, мати різні декоративні елементи, кольорові рішення.

Художнє конструювання:

- у стінці корпусу зроблено отвори для клемника XS1, для під'єднання блоку живлення;
- корпус пристрою спроектовано у вигляді паралелепіпеду, розміри якого 141x59x19, сірий;
- на верхній частині корпусу розташовано два світлодіодних індикатори та кнопку



Рис. 9.2 - Зображення корпусу

					РТП71. 435256.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		61

## 10 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В цьому розділі дипломного проекту розглянуті питання, що пов'язані із забезпеченням нешкідливих та безпечних умов праці при розробці, виготовленні та налагоджуванні цифрового приймача для систем з синхронним перекладом.

Проведена оцінка відповідності умов праці на робочих місцях санітарно-гігієнічним вимогам при виконанні монтажно-складальних робіт. Розглянута біологічна дія на людину небезпечних і шкідливих речовин та інфрачервоного випромінювання при проведенні процесу пайки. Також запропоновані відповідні технічні рішення та організаційні заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях.

### 10.1. Визначення основних потенційно шкідливих та небезпечних виробничих факторів при ручній пайці.

При виконанні вимірювань за допомогою даного приладу на працівників можуть впливати шкідливі та небезпечні фактори.

Частина пристрою знаходиться на даху. Працівники можуть впасти з даху, можливе ураження струмом, можливо навіть блискавкою, якщо необхідний терміновий ремонт, заміна або налаштування і потрібно лізти на дах. Не виключається і провал людини в будівлю, через те що будівля стара і дах може прогнати або що. [23][24]

При експлуатації вимірювальних приладів, таких як осцилограф та персональний комп'ютер, існує небезпека ураження електричним струмом. Ймовірність ураження зростає якщо не перевіряти, не проводити калібрування та налаштування відповідної апаратури. Існує небезпека виникнення пожежі, з причин електричного характеру. Найбільш важливі фактори це ті, які мають безпосередній вплив на працездатність тих, хто працює за приладами(температура повітря, вологість, освітлення, швидкість руху повітря). Склад повітря в приміщенні може відрізнятися від нормального так як в цій лабораторії можуть проводитись різні роботи з використанням шкідливих речовин, які випаровуються. В приміщенні є достатньо природнього світла, але його не завжди вистарчає, тому встановлено лампи штучного світла. Відсутність

					РТП71. 435256.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		62

у спектрі ламп денного світла й ламп накаливання біологічно активної ультрафіолетової складової при тривалому впливі може призвести до ультрафіолетової недостатності, при якій знижуються бактерицидні властивості шкіри, імунітет. При роботі на ПК працівник піддається впливу іонізуючого, інфрачервоного й ультрафіолетового випромінювань екрана монітора, рівні яких повинні відповідати вимогам ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин ЕОМ». Відповідно до ГОСТ 12.2.006-87 максимальний рівень рентгенівського випромінювання 100 мкР/ч. Гранично припустимий рівень ультрафіолетового випромінювання становить 10 Вт/м<sup>2</sup> відповідно до ГОСТ 12.4.003-80. Відповідно до ГОСТ 12.1.006-84 електромагнітні випромінювання радіочастотного діапазону не повинні перевищувати встановленої норми 10 В/м.

На організм людини впливає багато факторів, які як згубно діють так і позитивно. Тому необхідно розглядати ці фактори в комплексі, потрібно враховувати найменші деталі, щоб забезпечити нормальні умови для праці в даному приміщенні.

#### **10.2.1. Біологічний вплив небезпечних та шкідливих факторів на людину в процесі пайки.**

Процеси пайки супроводжуються забрудненням повітряного середовища аерозолем припою, флюсу, парами різних рідин, застосовуваних для флюсу, при змиванні і розчиненні різних лаків, що застосовуються для покриття друкованих плат та ін. [30]

Біологічні дії компонентів що входять до складу припою, флюсу і миючих засобів приведені в таблицях 9.1, 9.2 і 9.3.

					<b>РТП71. 435256.001 ПЗ</b>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		63

**Таблиця 10.1 - Біологічна дія, клас небезпеки і ГДК (гранично допустима концентрація) у повітрі робочої зони вихідних компонентів, що входять до складу припою ПОС-61 [ГОСТ 12.1.005-88]**

Компоне нти	Характер токсичності і дія	Клас небез пеки	ГДК у повітрі роб. зони, мг/м <sup>3</sup>
Олово	Ураження бронхів, викликає поліферативно-креточну реакцію в легенях. При тривалому впливі можливий пневмоконіоз	3	10
Свинець	При отруєнні спостерігається ураження нервової системи, крові, серцево-судинної системи, шлунково-кишкового тракту, статеві системи, порушення плину вагітності	1	0.01
Вісмут	Подібно дії інших металів викликає пригнічення активності ферментів, викликає ембріонотропну і гонадотропну дію	2	0.5

#### **10.2.2 Біологічна дія інфрачервоного випромінювання на організм людини при проведенні процесу пайки**

При монтажі друкованої плати робітники піддаються впливу теплового (інфрачервоного) випромінювання від нагрітої поверхні паяльника.

ІЧ випромінювання має в основному теплову дію на людину. Ефект дії ІЧ променів залежить від довжини хвилі. ІЧ випромінювання підрозділяється на три області: А, В, С. До області А відноситься випромінювання з довжиною хвилі 760-1500 нм, В – 1500-3000 нм, С - більш 3000 нм. Перша область має велику



проникність через шкіру. Дія ІЧ променів при поглинанні їх у різних шарах шкіри приводить до її перегрівання, що обумовлює переповнення кровоносних судин кров'ю і посилення обміну речовин. Збільшується зміст фосфору і натрію в крові. Підвищується серцебиття, відбувається підвищення максимального і зниження мінімального тисків, підвищується температура тіла, що призводить до захворювання серцево-судинної системи. [28][24]

Найбільш важкі поразки викликаються коротким ІЧ випромінюванням. Припустима щільність потоку енергії ІЧ випромінювання складає відповідно до ГОСТ 12.1.005-88 п.1.8 та ДСН 3.3.6.042-99:

“Інтенсивність теплового опромінення працюючих від нагрітих поверхонь технологічного устаткування, освітлювальних приладів, інсоляції на постійному і непостійному робочому місцях не повинна перевищувати  $35 \text{ Вт/м}^2$  при опроміненні 50 % поверхні тіла і більш,  $70 \text{ Вт/м}^2$  – при величині поверхні, що опромінюється, від 25 до 50 % і  $100 \text{ Вт/м}^2$  - при опроміненні не більш 25 % поверхні тіла.

Інтенсивність теплового опромінення працюючих від відкритих джерел (нагрітий метал, скло, “відкрите” полум'я й ін.) не повинне перевищувати  $140 \text{ Вт/м}^2$ , при цьому опроміненню не повинно піддаватися більш 25 % поверхні тіла й обов'язковим є використання засобів індивідуального захисту обличчя й очей.” [27][28]

Припустимі щільності потоку енергії ІЧВ випромінювання приведені в табл. 10.4.

**Таблиця 10.4 - Припустимі щільності потоку енергії інфрачервоного випромінювання.**

Області інфрачерво ного випроміню вання	Довжина хвилі, нм	Припусти ма щільність поток	Допустима інтегральна щільність потоку енергії ІЧ
---	----------------------	--------------------------------------	--

		енергії, Вт/м <sup>2</sup>	випромінювання, Вт/м <sup>2</sup>
A	760 - 1500	100	100
B	1500 - 3000	120	
C	3000 - 4500	140	
	>4500	120	

### 10.2.3 Розрахунок захисного відключення електромережі при аварійному режимі роботи електрообладнання

Виконаємо розрахунок ланцюга захисного відключення фазного проводу при короткому замиканні (КЗ). Струм  $I_{КЗ}$  можна обчислити за формулою:

$$I_{КЗ} = \frac{U_{\phi}}{R_0 + R_{\phi} + \frac{Z_{TP}}{3}} = \frac{220}{2.6 + 3.2 + 0.12} = 37.2 \text{ A} \quad (6.2)$$

де  $U_{\phi} = 220 \text{ В}$  - напруга фазного проводу;

$R_0 = 2.6 \text{ Ом}$  - опір нульового проводу;

$R_{\phi} = 3.2 \text{ Ом}$  - опір фазного проводу;

$\frac{Z_{TP}}{3} \cong 0.12 \text{ Ом}$  - еквівалентний опір трансформатора.

Щоб автомати захисту з електромагнітним розчіплювачем працювали справно і надійно струм спрацьовування повинен бути в 1,4 рази менше струму короткого замикання при струмі до 100 А.

$$I_{СПР} = \frac{37.2}{1.4} = 26.6 \text{ A} \quad (6.3)$$

Таким чином, струм спрацьовування автомата повинен бути менше 26.6 А. Автомати аварійного вимкнення мережі, що встановлені в лабораторії задовольняють цим умовам ( $I_{СПР} < 26.6 \text{ А}$ ,  $T_{СПР} < 0.8 \text{ с.}$ ).

Розрахуємо напругу дотику до корпусів електрообладнання при короткому замиканні за формулою :

$$U_{ДОТ} = I_{КЗ} R_0 = 37.2 \cdot 3 = 111.6 \text{ В} \quad (6.4)$$

Відповідно до ГОСТ 12.1.038-88, необхідно щоб час спрацювання був менше 0.8 с. За цей час згубна дія струму спричинить якомога менше шкоди.

В лабораторії основним захистом від ураження електричним струмом являється занулення та використання автоматів максимального струмового захисту. Це найбільш надійні методи захисту, тому що за допомогою них повністю вимикається прилад від загальної мережі. Важливо бути обачним і виконувати усі рекомендації та інструкції з техніки безпеки на робочому місці, але навіть, виконуючи дані правила, все ж ризик ураження є, тому що можуть статися неочікувані ситуації від яких людина не захищена. Це може бути пробій силових кабелів, мережі, внутрішні неполадки приладу. [26]

#### **10.2.4. Визначення концентрації аерозолі свинцю в повітрі робочої зони при пайці**

Кількість аерозолі свинцю, що виділяється при пайці в атмосферу складає  $0,02 \div 0,04$  мг на 100 пайок.

Відповідно до організації робочого місця і вибору виробничого приміщення, приймаємо:

- кількість робочих місць – 4;
- розміри приміщення –  $4,7 \times 4 \times 3,5$  м;
- кількість пайок у хвилину – 10;

Визначаємо концентрацію в атмосфері аерозолі свинцю при ручній пайці по формулі:

$$C = 0,6 \cdot \frac{y \cdot n \cdot t \cdot N}{v}, \quad (9.1)$$

де:  $y$  - питоме утворення аерозолі свинцю, мг/100 пайок;

$n$  - кількість пайок у хвилину, (10шт);

$t$  - тривалість зміни, 8год.;

$N$  - кількість робочих місць, на яких ведеться пайка, 4шт.;

$v$  - об'єм приміщення,  $65,8 \text{ м}^3$ .

Тоді:

					<b>РТП71. 435256.001 ПЗ</b>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		67

$$C = 0,6 \cdot (0,04 \cdot 10 \cdot 8 \cdot 4) / 65,8 = 0,116 \text{ мг/м}^3$$

Порівнюючи отримане фактичне значення з ГДК, зазначеними в таблиці 6.1, робимо висновок, що концентрація свинцю в повітрі робочої зони майже на порядок перевищує ГДК, тому необхідно обов'язково передбачити місцеву вентиляцію, розрахунок якої буде приведений нижче. [25][24]

#### 10.2.5. Визначення інтенсивності інфрачервоного випромінювання

Інтенсивність опромінення  $E$  від нагрітої поверхні визначаємо по формулі (для  $r \geq \sqrt{S}$ ), :

$$E = \frac{0,91 \cdot S \cdot \left[ \left( \frac{T}{100} \right)^4 - A \right]}{r^2}, \quad (9.2)$$

де  $r$  - відстань до джерела теплового випромінювання ( $r \approx 100$  мм);

$S$  - площа випромінюючої поверхні ( $S \approx 300$  мм<sup>2</sup>);

$A = 85$  для шкіри людини і бавовняної тканини;

$T$  - температура випромінюючої поверхні ( $T \approx 573$ К температура плавлення припою 240°C плюс запас 50÷60 °С ).

$$E = \frac{0,91 \cdot 3 \cdot 10^{-4} \cdot \left[ \left( \frac{573}{100} \right)^4 - 85 \right]}{0,1^2} = 27,1 \text{ Вт/м}^2$$

Визначимо, до якої області ІЧ випромінювання відноситься випромінювання тіла з температурою 573К. За законом Віна:

$$\lambda_{\max} = \frac{2,88}{T} = \frac{2,88}{573} \approx 5000 \text{ нм}$$

Отже, дане випромінювання відноситься до області С.

Так як отримана при розрахунку щільність  $E = 27,1$  Вт/м<sup>2</sup> менше припустимої 120 Вт/м<sup>2</sup>, то можна зробити висновок про відповідність рівня ІЧВ на робочих місцях санітарним нормам.

					РТП71. 435256.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		68

### 10.2.6. Розрахунок системи вентиляції робочих місць монтажників РЕА.

Оскільки концентрація аерозолю свинцю в повітрі робочої зони перевищує гранично допустиму норму, то необхідно застосувати місцеву вентиляцію.

Вентиляційні установки включаються до початку роботи і виключаються після її закінчення. Робота вентиляційних установок контролюється за допомогою світлової сигналізації.

Розведення вентиляційної мережі і конструкція місцевих відсосів забезпечують можливість регулярної очистки повітропроводів. Електропаяльник у робочому стані повинен знаходитися в зоні дії витяжної вентиляції.

Широке застосування при пайці має витяжна місцева вентиляція, що умовно розділяється на місцеві відсоси відкритого і закритого типу.[23][24]

Визначаємо кількість повітря, що відсмоктується прямокутним отвором :

$$L = (S + 7.7 \cdot E^{0.63} \cdot X^{1.4}) \cdot v_x, \quad (9.9)$$

де  $S$  - площа усмоктувального отвору,  $\text{м}^2$ ;

$E$  - більша сторона отвору,  $\text{м}$ ;

$X$  - відстань від площини усмоктувального отвору до зони пайки;

$v_x$  - швидкість повітря в зоні пайки,  $v_x = 0,6 \text{ м/с}$ .

Прийmemo  $E = 0,2 \text{ м}$ ,  $X = 0,1 \text{ м}$ . Витяжку треба максимально наблизити до зони пайки.

Визначимо оптимальний розмір найменшої сторони усмоктувального отвору :

$$B = E \cdot 0,24 \cdot \left( \frac{X}{E} \right)^{0,33} = 0,2 \cdot 0,24 \cdot 0,5^{0,33} \approx 0,04 \text{ м}.$$

Площа  $S$  усмоктувального отвору:

$$S = B \cdot E = 0,04 \cdot 0,2 = 0,008 \text{ м}^2.$$

Кількість повітря, що відсмоктується отвором  $0,2 \text{ м} \times 0,04 \text{ м}$ :

					РТП71. 435256.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		69

$$L = (0,008 + 7,7 \cdot 0,2^{0,63} \cdot 0,1^{1,4}) \cdot 0,6 = 0,07 \left[ \frac{\text{м}^3}{\text{с}} \right] = 257 \left[ \frac{\text{м}^3}{\text{год.}} \right]$$

Визначаємо концентрацію в атмосфері аерозолю свинцю при ручній пайці по формулі:

$$C_{\text{ФАКТ.}} = 0,6 \cdot \frac{y \cdot n \cdot t \cdot N}{v + L \cdot t'}, \quad (10.1)$$

де:  $y$  - питоме утворення аерозолю свинцю, мг/100 пайок;

$n$  - кількість пайок у хвилину, 10шт.;

$t$  - тривалість зміни, 8год.;

$t'$  - тривалість роботи витяжки, 8год.;

$N$  - кількість робочих місць, на яких ведеться пайка, 4шт.;

$v$  - об'єм приміщення, 65,8 м<sup>3</sup>.

Тоді:

$$C_{\text{ФАКТ.}} = 0,6 \cdot \frac{0,04 \cdot 10 \cdot 8 \cdot 4}{65,8 + 257 \cdot 8} = 9,2 \cdot 10^{-4} \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$$

Так як  $C_{\text{факт}} \ll \text{ГДК}$ , то в застосуванні додаткових спеціальних заходів щодо охорони навколишнього середовища немає необхідності.

На робочих місцях монтажників РЕА, при виконанні паяльних робіт з використанням олов'яно-свинцевих припоїв необхідно користуватися „Інструкцією з охорони праці при роботах з олов'яно-свинцевими малосурм'янистими припоями” ПП 1.4.32-423-2005.

### 10.2.7. Електробезпека

Спроектоване обладнання, відповідно до ГОСТ 12.2.007.0-75 має III клас за електрозахистом та клас захисту від пилу та вологи згідно з ПУЕ IP-65.

Все інше електрообладнання у робочому приміщенні відповідно до ГОСТ 12.2.007.0-75 має 0I, I та II класи за електрозахистом.

Електрична мережа, що підведена до робочих місць – однофазна електромережа змінного струму частотою 50 Гц і напругою 220 В з заземленням та із застосуванням автоматів максимального струмового захисту. Найбільш

					РТП71. 435256.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		70

імовірною причиною поразки робітників електричним струмом є дотик до струмоведучих частин електрообладнання при його аварійному режимі роботи, наприклад, у результаті руйнування робочої ізоляції.

Для підвищення електробезпеки в робочому приміщенні застосовується понижена напруга для електропаяльників (потужністю 25 Вт - 36В). Для вимірювальної апаратури використовується електромережа – 220В. Клеми введення електроенергії до робочих місць обгороджені кожухами щоб уникнути випадкового дотику до них. Штепсельні роз'єми, а також закріплення проводів і кабелів в електроінструментах відповідають технічним вимогам і мають елементи заземлення. Використовується подвійна ізоляція проводів, що живлять електропаяльник. Електроапаратуру підключають до джерел живлення через запобіжники з відповідними по струму і напрузі нормованими плавкими вставками.

Дане виробниче приміщення, згідно ДНАОП 0.00-1.21-98 та ОНТП 24-86, відноситься до приміщень без підвищеної небезпеки.

#### **10.2.7.1. Розрахунок електромережі на вимикаючу здатність**

При з'єднанні металевих не струмоведучих частин електрообладнання з нульовим проводом живлячої мережі замкнення фази на корпус стає однофазним коротким замиканням. Струм однофазного короткого замикання, який має при цьому місце, повинен забезпечити надійне спрацювання засобів максимального струмового захисту та автоматичного відключення від живлячої електромережі електрообладнання.

Розрахунок однофазного короткого замкнення.

$$I_{K3} = \frac{U_{\phi}}{\sqrt{(r_{\phi} + r_H + \frac{r_T}{3})^2 + (x_{\phi} + x_H + \frac{x_T}{3})^2}}$$

Для кабельних ліній індуктивним опором петлі фазний провід – нульовий провід можливо знехтувати :

					<b>РТП71. 435256.001 ПЗ</b>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		71

$$I_{K3} = \frac{U_{\phi}}{r_{\phi} + r_H + \frac{r_T}{3}},$$

де  $r_{\phi}$  - активний опір фазного проводу;

$r_H$  - активний опір нульового проводу;

$r_T/3$  - активний опір обмоток трансформатору;

Активний опір для  $r_{\phi}$  та  $r_H$  визначають за формулою:

$$r = \rho \cdot \frac{l}{S},$$

де  $\rho$  - питомий опір;

$l$  - довжина провідника;

$S$  - поперечний переріз проводу.

Найбільша довжина проводу  $l_{\phi}=l_H=15$  м, поперечний переріз  $S_{\phi}=S_H=1,5$  мм<sup>2</sup>. Матеріал провідників мідь  $\rho=0,0175$  Ом\*мм<sup>2</sup>/м.

$$r = 0,0175 \cdot \frac{15}{1,5} = 0,175 \text{ Ом}$$

Розрахунковий опір трансформатору складає  $r_T/3 = 0,162$  Ом.

Таким чином струм короткого замикання дорівнює:

$$I_{K3} = \frac{220}{0,175 + 0,175 + 0,162} = 492,7 \text{ А}$$

Номінальний струм спрацювання для автоматичного роз'єднувача ( $I_{\text{ном}}$ ), який використовується в робочому приміщенні 25 А, при цьому, для надійного спрацювання автоматів максимального струмового захисту, повинно виконуватися співвідношення  $K_T = I_{K3} / I_{\text{ном}} \geq 1,25$ .

Фактично маємо:  $K_T = 429,7/25 = 17,2$ ;

Таким чином, дане співвідношення виконується.

Розрахуємо напругу дотику на корпусі приладу при аварійному режимі роботи електрообладнання. Ця напруга не повинна перевищувати 42 В.

$$U_{K.\text{max}} = I_{K3} \cdot Z_H$$

Для кабельної лінії  $Z_H = r_H$ .

					РТП71. 435256.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		72



$$U_{к.мах}=429,7*0,175=75,2 \text{ В.}$$

Таким чином  $U_{к.мах} < U_{дон}$  ( $U_{дон} = 500 \text{ В}$  при  $t_{спр} < 0.1 \text{ сек}$ ) згідно з ГОСТ 12.1.038-88.

$$I_{кз} = \frac{220}{0,175+0,06+0,162} = 554,2 \text{ А}$$

$$U_H = I_{кз} * Z_H = 554,2 * 0,06 = 33,3 \text{ В.}$$

### 10.3. Безпека в надзвичайних ситуаціях

На ділянці монтажу застосовуються деякі речовини і матеріали, що є пожежо- и вибухонебезпечні (табл.9.3).

**Таблиця 10.3 - Пожежовибухонебезпечні речовини, що застосовуються при виробництві друкованого вузла.**

Найменування речовини	Темпер. запален. С	Темпер. самозапалення, °С	Межа вибухання		Засоби пожежогасіння
			нижня	поверхня	
Каніфоль	-	50	2.6 г/м <sup>3</sup>	-	Хімічна і повітряно-механічна піна, розпилена вода
Спирт етиловий	18	04	6%/68г/м <sup>3</sup>	19%/340г/м <sup>3</sup>	Хімічна піна, вода, пар, інертні гази
Бензини	7÷44	55÷474	0.76÷1.1%	5.16÷8.12%	піна, водяний пар, інертні гази
Скляне склоліт	-	-	-	-	вода, хімічна піна

Для того щоб визначити категорію приміщення по вибухопожежній і пожежній небезпеці відповідно до ОНТП 24-86, необхідно розрахувати надлишковий тиск вибуху в приміщенні. Визначимо його по формулі :

$$\Delta P = (P_{\max} - P_0) \frac{m \cdot Z}{V_{\text{св}} \cdot \rho_{\text{гп}}} \cdot \frac{100}{C_{\text{СТ}}} \cdot \frac{1}{K_n},$$

де  $P_{\max}$  - максимальний тиск вибуху стехіометричної газоповітряної чи пароповітряної суміші в замкнутому просторі визначається за довідниками ( $P_{\max} = 750$  кПа);

$P_0$  - початковий тиск ( $P_0 = 101$  кПа);

$m$  - маса горючої речовини, кг;

$Z$  - коефіцієнт участі горючої речовини ( $Z = 0,3$ );

$V_{\text{св}}$  - вільний об'єм приміщення, м<sup>3</sup>;

$\rho_{\text{гп}}$  - щільність газу і пару ( $\rho_{\text{н етил. спирт}}$  по повітрю = 1,6 кг/м<sup>3</sup>);

$C_{\text{СТ}}$  - стехіометрична концентрація горючого газу чи парів ЛЗР (легко запальних речовин), %;

$K_n$  - коефіцієнт, що враховує негерметичність приміщення і неадиабатичність процесу горіння ( $K_n = 3$ ).

$V_{\text{св}}$  визначимо по формулі:

$$V_{\text{св}} = 0,8 \cdot V_{\text{прим}},$$

$C_{\text{СТ}}$  визначимо по формулі:

$$C_{\text{СТ}} = 100 / (1 + 4,84 \cdot \beta),$$

де  $\beta = n_C + \frac{n_H - n_X}{4} - \frac{n_O}{2}$  - стехіометричний коефіцієнт кисню в реакції горіння;

$n_C, n_H, n_O, n_X$  - число атомів С, Н, О і галоїдів у молекулі пального.

Розрахуємо  $\Delta P$  за вищевказаною методикою, прийнявши до відомості, що:

-  $V_{\text{прим}} = 65,8$  м<sup>3</sup>;

- на ділянці монтажу щодня витрачається 0,3 л спирту;

					РТП71. 435256.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		74

- розрахунок зробимо для самого несприятливого випадку - весь вміст надходить у приміщення (для 0,3 л ЛЗР площа розливу відповідає 0,3 м<sup>2</sup>).

Масу парів рідини  $m$  визначимо по формулі:

$$m = W \cdot S \cdot T,$$

де  $W$  - інтенсивність випару, кг/(с·м<sup>2</sup>);

$S$  - площа випару, м<sup>2</sup>;

$T$  - тривалість випару ( $T = 3600$  с).

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \cdot \sqrt{M} \cdot P_n,$$

де  $\eta$  - коефіцієнт, обраний з табл.П2 [4] у залежності від швидкості і температури над поверхнею рідини, при  $v_{\text{нов}} = 0,2$  м/с та  $t_{\text{нов}} = 20$  °С -  $\eta = 3.5$ ;

$M$  - молекулярна маса ( $M = 46$  г/моль);

$P_n$  - тиск насиченої пари; для C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>ОН,  $P_n = 5.85$  кПа.

З довідкових даних для C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>ОН:

$$W = 138,8 \cdot 10^{-6} \text{ кг/(с·м}^2\text{)};$$

$$m = 138,8 \cdot 10^{-6} \cdot 0,3 \cdot 3600 = 0,15 \text{ кг};$$

$$\beta = 2 + 6/4 - 1/2 = 2,75;$$

$$C_{CT} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 2,75} \approx 7\% ;$$

$$V_{cv} = 0,8 \cdot 65,8 = 52,64 \text{ м}^3;$$

$$\Delta P = (750 - 101) \cdot \frac{0,15 \cdot 0,3}{52,64 \cdot 1,6} \cdot \frac{100}{7} \cdot \frac{1}{3} = 1,6 \text{ кПа}$$

У результаті проведеного розрахунку можна зробити висновок, що дане приміщення згідно з НАПБ Б 03.002-2007 та ОНТП 24-86 відноситься по вибухопожежонебезпеці до категорії В. Оскільки в приміщенні для монтажу друкованих плат вибухонебезпечні суміші горючих парів і газів з повітрям не утворюються, а утворюються вони тільки в результаті аварії чи несправності, то робочу зону приміщення можна віднести до класу П-Па по пожежній небезпечності згідно ДНАОП 0.00-1.32-01 та ПУЕ-11.2006.

Основними причинами виникнення пожеж є:

- порушення встановлених правил пожежної безпеки НАПБ.А.01.001-2004 і необережне поводження з вогнем;

					РТП71. 435256.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		75

- несправність і перевантаження електричних пристроїв (коротке замикання);

- халатне і необережне поводження з вогнем;

- статична електрика, що утвориться від тертя пилу чи газів у вентиляційних установках;

У приміщеннях, де провадиться монтаж друкованих плат, згідно вимог ДБН В2.5-56-2014 необхідно передбачити електричну пожежну сигналізацію (прилади для сповіщення типу ПОСТ-1).

Вхід у приміщення, проходи між робочими столами і коридори не дозволяється захаращувати різними предметами й устаткуванням.

Максимальна віддаленість робочих місць від евакуаційних виходів та ширина проходів повинні відповідати вимогам ДБНВ.1.1-7-2003 та СНиП 2.09.02-85. Мінімальний час евакуації в разі виникнення пожежі повинен відповідати вимогам СНиП 2.01.02-85. Для збереження всіх легкозаймистих речовин і матеріалів передбачаємо спеціальні металеві шафи і ємності.

Як первинні засоби пожежегасіння застосовуються вогнегасники, що розташовані безпосередньо в приміщенні. Їх кількість, розташування та умови зберігання відповідають вимогам ДСТУ 3675-98 та ISO3941-77 (клас пожежі „Е”).

					РТП71. 435256.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		76

## ВИСНОВКИ

В даному дипломному проекті розроблено двочастотний пристрій зчитування-запису RFID міток. Представлений пристрій використовується як пристрій для копіювання RFID міток на різних частотах.

Параметри двочастотного пристрою зчитування-запису RFID міток:

- частота - 13,56 МГц та 125 кГц
- напруга живлення – +5 В
- струм споживання - 279 мА
- потужність – 1.395 Вт

Прилад виготовляється з доступної елементної бази. В основі пристрою використовуються мікросхеми MFRC522 та EM4095 якими керує мікроконтролер Atmegs168.

Виконується на одній платі з двостороннього склотекстоліту. При розрахунку надійності показано, що вибрана елементна база пристрою, принцип, метод компоновки і побудови конструкції забезпечують вимоги до рівня надійності згідно ТЗ. Корпус виконаний з ABS пластику, та має габаритні розміри 141x59x19 мм.

Охолодженням виступає природна конвекція тому в пристрій не потрібно вносити додаткових систем охолодження, що впливають на його габарити і ціну та змінювати конструктивні особливості деталей і вузлів.

					РТП71. 435256.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		77